

**С.А. Куролап, С.А. Епринцев, О.В. Клепиков,
В.И. Федотов, Ю.И. Стёпкин, Н.П. Мамчик,
С.С. Корыстин**

**ВОРОНЕЖ:
СРЕДА ОБИТАНИЯ И ЗОНЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА**

УДК 502.55:504.064.36

ББК 28.080.1

В 75

Рецензенты:

д.г.н., профессор **В.М. Смольянинов**

(Воронежский государственный педагогический университет)

д.м.н., профессор **А.В. Тулакин**

(Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана

Роспотребнадзора)

В 75 Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска /
С.А. Куролап, С.А. Епринцев, О.В. Клепиков, В.И. Федотов, Ю.И.
Стёпкин, Н.П. Мамчик, С.С. Корыстин. – Воронеж: Издательство
«Истоки», 2010. – 207с.

ISBN 978-5-882-42-756-5

В монографии рассмотрены научно-методические основы оценки риска для здоровья населения, связанного с качеством окружающей среды. Дана характеристика состояния окружающей среды и здоровья населения промышленно-развитого города Воронежа, а также показаны практические приемы и результаты оценки риска, обусловленного состоянием воздушного бассейна, качеством питьевого водоснабжения, техногенным загрязнением почв тяжелыми металлами. Осуществлено комплексное зонирование территории города по риску экологически обусловленных заболеваний населения. Обоснованы основные направления городской экологической политики для оздоровления среды обитания.

Издание рассчитано на экологов, гигиенистов, специалистов региональных природоохранных ведомств, студентов вузов, обучающихся по экологическим и медицинским специальностям.

Табл.: 42. Ил.: 41. Библиогр.: 38 назв.

УДК 502.55:504.064.36

ББК 28.080.1

*Опубликовано при финансовой поддержке
Гранта Президента РФ для молодых ученых-кандидатов наук
(проект МК-3566.2009.5) и Российского фонда фундаментальных
исследований (проект 08-05-00533-а)*

ISBN 978-5-882-42-756-5

© Коллектив авторов, 2010
© Издательство «Истоки», 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ...	7
1.1. Экологические основы адаптации и факторы риска	7
1.2. Методы оценки экологического риска для здоровья населения	23
ГЛАВА 2. ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА ВОРОНЕЖА	42
2.1. Региональный природный фон и городские ландшафты	42
2.2. Источники и факторы техногенного воздействия на городскую среду	55
2.3. Экологическая оценка качества воздушного бассейна	69
2.4. Экологическая оценка качества хозяйственно-питьевого водоснабжения	82
2.5. Экологическая оценка загрязнения почвенного покрова	87
2.6. Качество питания как фактор риска для здоровья населения	103
ГЛАВА 3. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА	113
3.1. Медико-демографическая ситуация	113
3.2. Состояние здоровья взрослого населения	116
3.3. Состояние здоровья детского и подросткового населения	120
3.4. Экологически обусловленные заболевания	126
3.5. Профессиональная заболеваемость	146

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ...	149
4.1. Оценка риска, обусловленного загрязнением воздушного бассейна	149
4.2. Оценка риска для здоровья населения, связанного с качеством питьевой воды	166
4.3. Оценка риска, связанного с техногенным загрязнением почв	172
4.4. Экологическое зонирование городской среды	179
4.5. Управление риском и оздоровление городской среды (городская экологическая политика)	185
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	198
ЛИТЕРАТУРА	202

ВВЕДЕНИЕ

Современные промышленно-развитые города - центры острейших экологических проблем. Вопросы эколого-гигиенической безопасности и профилактики экологически обусловленных заболеваний населения здесь приобретают высокую актуальность.

В соответствии с современными представлениями риск как угроза здоровью человека отражает вероятность возникновения неблагоприятных эффектов, обусловленных состоянием среды обитания. Практическая потребность анализа и управления риском закономерно проявилась в России на рубеже XX - XXI вв. как основа принятия эффективных решений и целевых программ по устойчивому эколого-экономическому развитию крупных градопромышленных агломераций и обеспечению экологической безопасности населения. Особенно актуальной эта проблема стала после разработки и утверждения Главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко «Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» в 2004 г. [31]. Этот документ определил многие концептуальные положения методологии оценки риска и стал практическим пособием по её апробации в крупных индустриально-развитых регионах и промышленных городах.

Концепция риска, обоснованная в трудах ведущих отечественных гигиенистов А.И. Потапова, Г.Г. Онищенко, С.М. Новикова, Ю.А. Рахманина, Б.А. Ревича, С.Л. Авалиани и других авторов [1,26,29], исходит из того, что сочетание в окружающей среде потенциально опасных химических веществ и других вредных экологических факторов создает угрозу здоровью человека. Ключевое звено концепции - здоровье человека и его охрана от вредного воздействия на основе анализа, выявления и устранения факторов риска.

Региональные исследования в области оценки экологического риска подтверждают эффективность данной методологии как основы ранжирования факторов риска по эффекту воздействия на здоровье населения и эколого-гигиенического зонирования территорий крупных промышленно-

развитых городов. Результаты практической апробации теории экологических рисков служат основой перспективного градостроительства и устойчивого развития городской среды.

В настоящей монографии обобщается опыт совместных 15-летних научно-практических исследований по оценке риска для здоровья населения, связанного с состоянием окружающей среды города Воронежа (1995 - 2009). Книга продолжает цикл ранее опубликованных авторами монографий по проблемам экологии и здоровья населения города Воронежа («Организация компьютерного мониторинга и оценка медико-экологической ситуации в г. Воронеже», 1995; «Экология и мониторинг здоровья города Воронежа», 1997; «Социально-гигиенический мониторинг в Воронежской области», 1997; «Эколого-гигиенические основы мониторинга и охраны городской среды», 2002; «Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды», 2006) [20,33,36,37], которые вошли в научную литературу по образному выражению известного ученого в области экологии человека Б.Б. Прохорова как «Воронежский эксперимент».

В отличие от ранее изданных книг, в монографии приведены новые данные по качеству воздушного бассейна, питьевого водоснабжения, почв города и общественному здоровью. Особое внимание уделено экологической оценке «сезонного вклада» приоритетных загрязняющих веществ в формирование городской атмосферы, а также описаны типы сезонной динамики загрязнения воздушного бассейна Воронежа в зависимости от характера функционально-планировочной структуры (промышленная, транспортная, селитебно-рекреационная). Авторами исследована связь техногенного загрязнения почв с характером аэрации жилой застройки; осуществлено картографирование полей загрязнения окружающей среды и уровней экологического риска. Проведено экологическое зонирование территории города с помощью современных геоинформационных технологий.

С экологических позиций предложена система природоохранных мероприятий по снижению антропогенной нагрузки на среду обитания и её оздоровлению как составной компоненты городской экологической политики.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

1.1. Экологические основы адаптации и факторы риска

Анализ причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и определяющими его факторами среды обитания базируется на многочисленных знаниях о причинности отдельных болезней, в этиологии которых значительную роль играют экологически опасные факторы. Теория экологической эпидемиологии рассматривает многие болезни человека как «ответную реакцию» на ухудшение условий существования при воздействии техногенных факторов риска и снижение степени адаптации к среде обитания. Эти взгляды на проблему причинности болезней с экологической точки зрения обоснованы в трудах Г.Г.Онищенко, С.М. Новикова, Ю.А. Рахманина [26], Б.Б.Прохорова [38], Б.А. Ревича, С.А. Авалиани [1,5,29], А.А. Келлера [13] и многих других исследователей.

Снижение адаптации выражается в специфических реакциях организма на воздействие неблагоприятных вредных и опасных техногенных факторов. Известно, что в процессе адаптации к неблагоприятным изменениям окружающей среды состояние организма человека характеризуется напряжением компенсаторно-приспособительных механизмов, резервы которых со временем истощаются, что выражается в значительном росте так называемых «болезней цивилизации» и в увеличении удельного веса хронических патологических процессов. Так, В.П. Казначеев выделяет особое, специфическое состояние человека, сформировавшееся под влиянием комплекса неблагоприятных факторов среды, которое он назвал *антропоэкологическим напряжением*, предшествующим развитию патологии. Постоянное или продолжительное чрезмерное напряжение приводит к истощению резервных возможностей и к срыву адаптации с возникновением доклинических форм патологии (преморбидных состояний), которые характеризуются недостаточной приспособляемостью организма к условиям окружающей среды.

и иногда даже к ее снижению (фаза «временной адаптации»). При прогрессирующем возрастающем воздействии в дальнейшем происходит срыв механизмов неспецифической адаптации и очередной скачок уровня заболеваемости с возможным летальным исходом (фаза «срыв адаптации»). Причем, только определенное сочетание разнообразных факторов окружающей среды является оптимальным для человека. Если состав или интенсивность воздействия этих факторов меняется, то гармония организма и среды обитания в той или иной степени нарушается. Пороги чувствительности организма индивидуальны, а степень патогенности фактора обычно выявляется на основании действия «закона больших чисел», в больших по численности популяциях.

Таким образом, появление предпатологических сдвигов в состоянии общественного здоровья населения является вполне информативным показателем в региональных медико-экологических исследованиях. Особенно отчетливо эти закономерности проявляются в урбанизированных регионах, в условиях постоянного воздействия на население неблагоприятных техногенных факторов с сильным медико-биологическим эффектом.

Так, на территориях урбанизированных регионов Урала (Магнитогорск, Челябинск, Екатеринбург) и Южной Сибири (Красноярск, Новокузнецк) часто встречается такой вид предпатологических реакций, как нарушение иммунного статуса. Индикатором нарушения иммунного статуса в загрязненных районах, например, служит анемизация населения, проявляющаяся в увеличении числа лейкоцитов в крови при снижении гемоглобина. Этот факт отмечен Ю.Е. Саеом, Б.А. Ревичем с соавт. [5] во многих городах России с повышенным уровнем техногенного давления на среду обитания и, соответственно, высоким загрязнением атмосферы и почв.

В наблюдениях на людях токсические эффекты воздействия вредных факторов проявлялись (после выхода из стадии предпатологии) ранними признаками атеросклероза, нарушением функций опорно-двигательного аппарата, развитием ангио- и полиневротического синдрома, частой заболеваемостью со стороны верхних дыхательных путей, хроническим бронхитом, бронхиальной астмой, аллергодерматозами, а также нарушениями им-

мунного статуса вплоть до более или менее глубокого иммунодефицита.

Важнейшим предпатологическим критерием является биоккумуляция ксенобиотиков как показатель, характеризующий наличие эндогенного риска. Углубленное клинико-лабораторное обследование детей, проживающих в зонах высокого атмосферного и почвенного загрязнения среды тяжелыми металлами, выявило у 70% детей повышенное содержание металлов (медь, цинк, никель, свинец и др.) в волосах и в моче. По материалам Н.В. Зайцевой с соавт., Б.А. Ревича с соавт. [5,29] у детей, проживающих на таких территориях, были обнаружены симптомы интоксикации, функциональные изменения со стороны мочеполовой системы, желудочно-кишечного тракта, анемия, изменения иммунного статуса. В последнее время диагностику донозологических состояний предлагается осуществлять при помощи выделения устойчивых симптомокомплексов и определения донозологического статуса целостного организма.

Кроме детей высоким «ответным откликом» на токсическое воздействие вредных факторов отличается репродуктивная функция женщин. Высокая чувствительность женского организма к токсическим соединениям объясняется специфическим влиянием ксенобиотиков на генеративную функцию. В загрязненных регионах чаще встречаются неблагоприятно протекающие беременность и роды. Дети, рожденные после патологической беременности и родов в районах, загрязненных промышленными выбросами в атмосферный воздух, имеют низкую массу тела и уровень физического развития, функциональные отклонения в состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой систем. В таких регионах обычно повышается и частота врожденных аномалий (пороков развития).

В подавляющем большинстве случаев в связи с загрязнением окружающей среды наблюдается однотипная структура изменения показателей состояния здоровья детей – основной «индикаторной» группы населения, отражающей реакцию населения на вредные воздействия факторов среды. Например, «отклик организма» на уровень атмосферного и почвенного загрязнения среды в порядке убывания образует ряд: 1) иммунологическая реактивность; 2) острые заболевания органов дыхания аллергического

характера; 3) отклонения от нормы функциональных и физиологических показателей – нарушение гармонического физического развития, анемия, снижение вентиляционной функции легких и т.д.; 4) рост хронических заболеваний; 5) увеличение частоты врожденных аномалий, новообразований, болезней крови, системы кровообращения, реагирующих на качество среды обитания. Причем наиболее чувствительными (лабильными) к воздействиям факторов среды обитания являются кроветворная, сердечно-сосудистая, дыхательная, центральная нервная и мочеполовая системы. Общеизвестно, что наиболее информативны с экологической точки зрения параметры физического развития и здоровья детского населения.

Детский контингент – своеобразная «индикаторная группа», отражающая реакцию коренного населения на вредное воздействие факторов среды. Целесообразность учета заболеваемости детей определяется тем, что они в меньшей степени, чем взрослые, подвержены внутригородской миграции; «теснее» привязаны к территории, на которой живут и учатся; не испытывают непосредственного влияния профессиональных вредностей; в меньшей степени подвержены вредным привычкам (курение, алкоголизм и т.д.). В силу анатомо-физиологических особенностей дети более чувствительны к качеству среды обитания, а сроки проявления у них неблагоприятных эффектов короче. Это повышает достоверность статистических исследований, позволяя делать более объективные выводы об «экологической обусловленности» заболеваний.

Другой «индикаторной группой», реагирующей на качество окружающей среды, являются люди пенсионного возраста. Представители данной группы, как и детское население, в меньшей степени подвержены суточной внутригородской миграции, причем иммунитет пожилых людей существенно слабее, чем у остальных возрастных групп. Однако в силу хронических и «накопленных» болезней в течение прожитых лет, эти контингенты населения не столь информативны в медико-экологических исследованиях.

Основываясь на современных данных литературы по этиологии большинства заболеваний, в качестве основных маркеров степени экологического риска можно рекомендовать следующие

группы показателей: а) индикаторную патологию, характеризующую высокую степень зависимости от загрязнения окружающей среды (профессиональные болезни, онкологические заболевания, врожденные аномалии и генетические дефекты, аллергии); б) экологически зависимую патологию, характеризующую среднюю степень зависимости от загрязнения окружающей среды (перинатальная, младенческая и общая детская смертность, вторичные иммунодефициты, хронические бронхиты, бронхиальная астма и пневмония у детей); в) экологически обусловленную патологию, характеризующую умеренную степень зависимости от загрязнения окружающей среды (патология беременности, анемия, хронические бронхиты и повышенная общая заболеваемость); г) интегрирующие показатели общего медико-экологического благополучия (динамика смертности населения, средняя продолжительность жизни, инвалидность).

В последнее время при разработке проблемы экологической профилактики болезней человека все чаще используется понятие «*фактор риска*», т.е. условие окружающей среды, существенно повышающее риск возникновения различных заболеваний населения. По мнению большинства отечественных и зарубежных экспертов ВОЗ здоровье человека и его заболеваемость определяются 4 группами факторов, взаимодействующими в соотношении, показанном на рисунке 1.2.

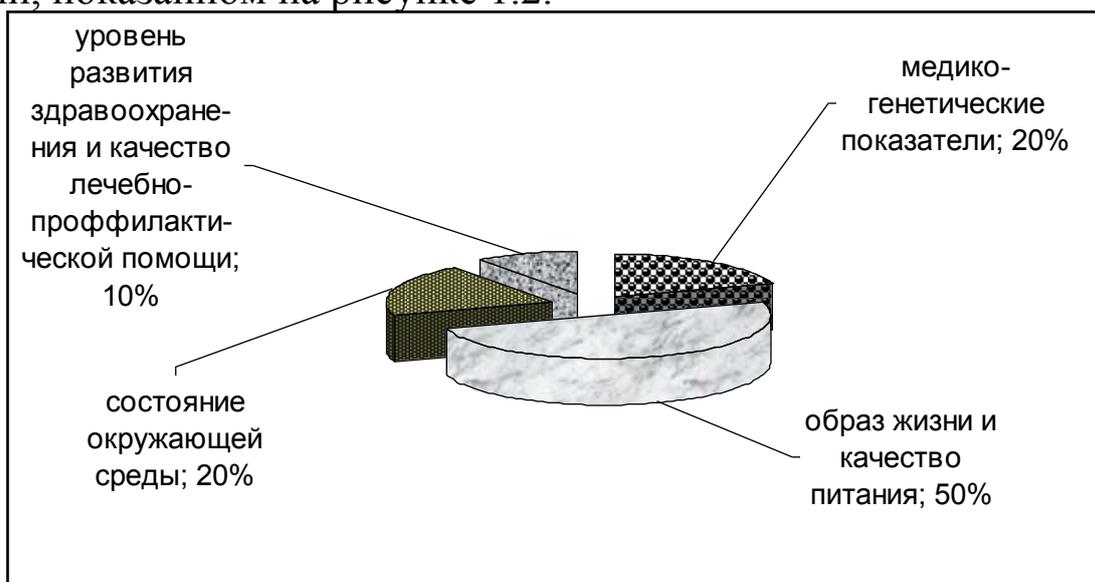


Рис. 1.2 Удельный вклад различных групп факторов риска в формирование общественного здоровья

Причинно-следственный характер эпидемиологической связи в системе «среда-здоровье» обычно обнаруживается статистически и выражается разницей в показателях фоновой заболеваемости и заболеваемости, формируемой в результате воздействия фактора среды по типу «доза – эффект». Современные методические подходы к оценке риска здоровья населения разработаны в трудах Г.Г. Онищенко, С.М. Новикова, С.Л. Авалиани, Б.А. Ревича, А.В. Киселева, К.Б. Фридмана и др. [1,4,14,26,29,31] и опираются на многочисленные факты экологической обусловленности ряда заболеваний человека.

При оценке риска здоровью населения в связи с качеством среды обитания обычно выделяют три группы факторов: а) природные, б) социально-экономические, в) медико-санитарные, в том числе гигиенические критерии, отражающие уровень техногенного загрязнения среды и рациональность архитектурно-планировочной организации территории. При этом основным системообразующим блоком служит заболеваемость населения, а все остальные параметры, в том числе и показатели деятельности сети здравоохранения, рассматриваются как факторы, влияющие на здоровье населения.

При комплексном воздействии природных факторов на здоровье человека ведущее значение придается климатическим параметрам в формировании форм адаптации и патологии населения, а также экогеохимическому фону, способствующему развитию микроэлементозов. Антропоэкологические исследования выявили наличие специфических адаптивных типов коренного населения основных географических регионов Земли, характеризующихся набором морфофункциональных особенностей (конституцией) организма человека [38].

В последнее время все большее внимание и медиков, и экологов привлекают явления, связанные с биотропностью погоды, которые проявляются в зависимости состояния здоровья человека от изменчивости атмосферных факторов. Причем биотропный максимум наблюдается в области значительных погодных изменений: контрастов температур, колебаний атмосферного давления, порывов ветра и т.д. Циклоны и периоды прохождения атмосферных фронтов преимущественно неблагоприятны, а антицик-

лоны преимущественно благоприятны с точки зрения реакции организма. Более лабильны к изменениям погоды «метеозависимые» больные, у которых в периоды ухудшения погодных условий снижается адаптационный ресурс организма, наблюдается общий дискомфорт, обострение многих хронических заболеваний. В тяжелых случаях реакцией на ухудшение погоды у больных с сердечно-сосудистой патологией может считаться внезапный летальный исход. Погода выполняет роль «сигнального» фактора, своеобразного «катализатора» развития ряда заболеваний, причем ведущую роль играет её изменчивость.

Эти факты подтверждены в исследовании С.А. Куролапа, Ю.Н. Барвитенко, В.М. Щербакова [19] на примере сопряженного анализа динамики ежедневной обращаемости детей за медицинской помощью и данных о состоянии явлений погоды за трехлетний период на территории индустриального левобережного сектора города Воронежа, где проживает около 13 тысяч детей.

Установлено, что обращаемость детей за медицинской помощью имела два достоверных подъема (февраль-май и сентябрь-ноябрь) и два спада (январь и июль-август), причем коэффициент сезонной неравномерности обращаемости детского населения за медицинской помощью относительно среднего уровня колеблется от 0,6 - 0,7 (январь и июль - август) до 1,3 - 1,4 (октябрь-ноябрь), т.е. различается примерно в 2 раза.

Проанализирована биометеорологическая роль около 170 атмосферных факторов и их сочетаний, характеризующих состояние погоды. Установлено, что наиболее информативны данные полуденного (12 – часового) и вечернего (18–часового) сроков наблюдений. Более существенны корреляции с погодными условиями для таких симптомов и классов болезней, как болезни органов дыхания, системы кровообращения, кожи и костно-мышечной системы.

Результаты свидетельствуют о том, что главными метеопатическими факторами можно считать температуру воздуха и ветер в различных сочетаниях с иными климатическими элементами при определяющей роли ветровых характеристик. Достоверное возрастание обращаемости детей за медицинской помощью наблюдалось сразу после периодов усиления северного или восточного ветров при возрастании «жесткости» погоды, усилива-

ющей субъективное ощущение холода в переходные сезоны, а особенно в холодный период на рубеже смены термических сезонов: «февраль-апрель» и «сентябрь-ноябрь».

Например, при усилении северного ветра и понижении температуры на фоне увеличения облачности и осадков увеличивается общая обращаемость детей по поводу простудных заболеваний и обострений болезней органов дыхания. Это – результат вторжения арктических воздушных масс при прохождении холодного фронта в переходные сезоны года. При резкой смене погоды и изменении атмосферной циркуляции на западную в период прохождения циклона наблюдается увеличение амплитуды колебаний температуры, давления, скорости ветра, причем «болезненность» детей также возрастает.

Отмечено, что рост заболеваемости детей увеличивается «с запаздыванием» на 1 – 2 дня после периода неблагоприятных состояний погоды, а наибольшая корреляция зафиксирована по таким симптомам ухудшения самочувствия детей как головная боль, общее недомогание, слабость, боли в различных органах, которые можно считать типичными метеотропными реакциями.

Проявления патологии человека, связанной с дисбалансом микроэлементов в окружающей среде, широко известны и столь многообразны, что это служит основанием, как считает А.П. Авцын (1991), для выделения нового класса болезней - микроэlementозов. Природные эндогенные микроэlementозы встречаются в виде врожденных пороков развития, наследственных заболеваний, либо проявляются в предрасположенности населения к различным вторичным заболеваниям. Примерами часто встречающихся микроэlementозов служат, в частности, эндемический зоб (йододефицит), флюороз (избыток фтора), железодефицитная анемия, особенно в высокогорных районах и на Крайнем Севере, урвская болезнь в Забайкалье и КНР, кремниевый уролитаз и т.д. Причем, нередко современные микроэlementозы являются следствием снижения иммунологической защиты населения в загрязненных регионах.

В последние годы усиливается внимание к естественному геохимическому фону среды обитания. Медико-географические исследования показали, например, определенную геохимическую обусловленность злокачественных новообразований. Так, в

Свердловской области районы повышенной заболеваемости раком желудка совпадают с шовными зонами в тектонической структуре Среднего Урала. К этим шовным зонам приурочены глубинные и поверхностные воды своеобразной минерализации с так называемым «тухолитовым комплексом» химических элементов: ураном, титаном, цирконием, цинком, медью, свинцом, хромом и др. Индикатором комплекса, по-видимому, обладающего канцерогенным эффектом, является содержание в водах радона, иногда превышающее норму ПДК в 100 раз.

Природные факторы, роль которых в формировании уровней заболеваемости во многом еще неясна, обычно влияют на различия в показателях общественного здоровья в пределах крупных регионов. В городах они приобретают большое значение на территории с высоким промышленным потенциалом (прежде всего, в Европейской части страны и в Южной Сибири) и могут быть одним из решающих факторов, определяющим здоровье населения. Эту группу факторов, с учетом различий по источникам информации и специфике, целесообразно разделять на экономико-географические (уровень развития социальной инфраструктуры, благоустройство и комфорт условий жилья, труда, отдыха) и медико-санитарные (качество и мощность сети здравоохранения, санитарного надзора и профилактики, загрязнение атмосферного воздуха, вод, почв, электромагнитный и акустический фон, качество продуктов питания, архитектурно-планировочная структура территорий).

Для эколого-гигиенической оценки состояния среды важнейшее значение имеет общая демографическая обстановка. Известно, что высокая плотность населения, неблагоустроенное жилье способствуют распространению инфекционных заболеваний, передающихся аэрогенным, контактным и водным путями. Причем в большинстве случаев городское население имеет более благоприятные условия жизни, чем сельское. Это относится не только к материальному обеспечению, общему уровню культуры населения, но и к доступности медицинской помощи.

Среди важнейших параметров социального благоустройства населенных мест выступают условия водоснабжения и канализации, газификация, система планировки и озеленения микрорайонов. Причем, гигиенические требования к благоустройству тер-

ритории распространяются и на планировку жилого фонда, вентиляцию, теплоснабжение, плотность заселения помещений. По данным Ю.Д. Губернского (медико-социологические опросы) около 21% населения считают свои болезни результатом низкого качества жилья.

Среди прочих параметров социального развития с экологической точки зрения большое значение имеет транспортная инфраструктура, насыщенность территории автотранспортом. Так, степень развития путей сообщения, особенно автомобильных дорог, нередко определяет систему оказания медицинской помощи. При развитой сети автодорог и хорошем их состоянии создаются условия для открытия специализированных центров диагностики и лечения больных. Слабо развитая сеть автодорог, напротив, диктует необходимость сохранения мелких больниц с ограниченной специализацией, но обеспечивающих своевременность оказания медицинской помощи. Рассмотренные элементы экономико-географических условий должны включаться в перечень основных параметров оценки состояния окружающей среды.

Блок медико-санитарных условий отражает качество медицинского обслуживания населения и систему организации санитарно-эпидемиологического надзора. Традиционно в числе основных показателей качества медицинского обслуживания рассматриваются обеспеченность населения медицинским персоналом и степень его квалификации; состояние коечного фонда (общее количество коек, их специализация и работоспособность); территориальная организация лечебно-профилактической сети; система снабжения медикаментами и медицинским инструментарием. Эти сведения важны для определения возможностей органов здравоохранения по проведению лечебно-профилактических и санитарно-противоэпидемических мероприятий среди населения.

Наряду с социально-обусловленными факторами в формировании общественного здоровья урбанизированных регионов важнейшую роль играют такие гигиенические критерии как параметры загрязнения атмосферы, питьевой воды и почвы населенных мест. В настоящее время не вызывает сомнения, что глобальное загрязнение атмосферного воздуха в условиях городской среды обитания сопровождается достоверным ухудшением со-

стояния здоровья населения. Причем негативное влияние аэро-техногенной нагрузки прослеживается во всех природных средах, так как основная масса загрязнений выпадает на поверхность земли (твердые вещества) либо вымывается из атмосферы с помощью осадков. Эти многочисленные исследования последних лет послужили основанием для развития нового научного направления - экогеохимии городских ландшафтов [35].

Статистически достоверная зависимость заболеваемости населения от загрязнения атмосферного воздуха отмечается, прежде всего, по болезням органов дыхания: хроническим бронхитам, пневмониям, эмфиземе легких, бронхиальной астме, заболеваниям верхних дыхательных путей. Загрязнения атмосферного воздуха влияют на резистентность организма, что проявляется в росте инфекционных заболеваний. Имеются достоверные сведения о влиянии загрязнений на продолжительность заболеваний. Так, течение острых респираторных заболеваний у детей, проживающих в загрязненных районах, в 2-2,5 раза длительнее.

В ряде региональных медико-экологических исследований показано, что загрязнение атмосферного воздуха можно считать ведущим параметром дифференциации территории промышленно-развитых городов по состоянию среды обитания [23,29,34]. Например, у детей в городах с металлургической промышленностью и высоким загрязнением воздушной среды по сравнению с контрольными группами замедлено физическое и нервно-психическое развитие, проявляющееся в запаздании времени, когда ребенок начинает ходить и говорить, в более позднем появлении молочных зубов. Нарушение нормального развития наблюдается и в более старшем возрасте. Так, среди детей 5-7 лет, проживающих в проблемных районах, значительно меньше детей с нормальным физическим развитием и существенно больше детей с дефицитом и избытком массы тела.

Воздействие атмосферных загрязнений сопровождается изменением функции внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы. Например, в зоне влияния выбросов нефтехимического комплекса и вблизи автомагистралей у детей жизненная емкость легких, резервные объемы вдоха и выдоха снижены на 10-13%.

Наиболее быстро на загрязнение атмосферного воздуха реагирует респираторная заболеваемость. Среди других «индика-

торных» показателей следует отметить гематологические параметры, характеристики нервно-психического и иммунного статуса. По мере увеличения интенсивности загрязнения воздушного бассейна число детей с повышенным содержанием лейкоцитов в крови увеличивается в промышленных районах в 1,6 раз и до 2 раз в городах с опасным уровнем загрязнения. Морфофункциональные сдвиги в системе крови свидетельствуют о напряжении адаптационных резервов в организме. По данным Б.А. Ревича с соавт. [29] совместное действие пыли и ряда загрязнителей в современных городах имеет высокотоксичный эффект: а) бензол + никель + сажа + бенз(а)пирен + формальдегид - канцерогенный эффект; б) углеводороды + тяжелые металлы (свинец, медь, ртуть) – нарушение репродуктивной функции.

Повышенные концентрации оксида углерода в воздухе провоцируют стенокардию, нарушая нормальный процесс переноса кислорода, гемоглобина крови. Окислы азота в атмосфере увеличивают риск сердечно-сосудистых заболеваний и снижают остроту зрения, обоняния, повышая общую восприимчивость населения к патогенным агентам, вызывающим эти заболевания. Причем при содержании ряда фотохимических окислителей, приближающихся к ПДК в воздухе населенных мест, у лиц, страдающих бронхиальной астмой, чаще возникают приступы, а у людей с хроническими болезнями легких – выше риск осложнений, в том числе, вероятны пневмонии.

Кроме загрязнения атмосферы другим важнейшим гигиеническим фактором риска здоровью населения является качество хозяйственно-питьевых вод. Гигиеническая оценка качества поверхностных и питьевых вод обычно проводится в двух аспектах: а) с точки зрения микробиологического загрязнения водоемника, вызывающего ряд эпидемических заболеваний (холера, острые кишечные инфекции, инфекционные гепатиты и др.); б) в отношении санитарно-химического загрязнения воды, обуславливающего развитие болезней органов пищеварения, мочекаменной и желчнокаменной болезней, язвы желудка, нефритов, гастритов.

Основными источниками заражения воды являются бытовые сточные воды. Качество воды в водоемниках в современ-

ных условиях в значительной степени определяется загрязнением также сточными промышленными водами, дождевыми и талыми водами урбанизированных регионов. Широко известны факты положительной корреляции уровня химического загрязнения питьевой воды нитратами, марганцем, солями тяжелых металлов и распространенности гастритов, урологических заболеваний [29,38]. Повышение концентрации в питьевой воде сульфатов, хлоридов, увеличение общей жесткости провоцирует рост функциональных расстройств желудка и аллергических заболеваний. Особенно остра эта проблема для крупных промышленных городов, в том числе г. Воронежа, где создано крупное внутригородское водохранилище, ухудшающее качество подземных водоносных горизонтов, использующихся в питьевом водоснабжении [24,36]. Причем экспериментальными данными доказано, что постоянное поступление с водой органических и неорганических промышленных загрязнений в городах вызывает поражение печени, кроветворного аппарата, отложение в организме солей кальция, провоцирует развитие мочекаменной болезни. Так, вынужденное использование населением степных зон страны и отдельных районов Поволжья питьевой воды с высоким содержанием хлоридов и сульфатов, без соответствующей водоподготовки, определяет повышенный уровень заболеваемости местного населения желчно- и мочекаменной болезнями, а также сосудистой патологией.

Наряду с атмосферой и водным фактором, почва выполняет функцию универсального биологического адсорбента, нейтрализатора органических и минеральных загрязнений. Благодаря этой функции в почве происходят процессы самоочищения, хотя и гораздо медленнее, чем в водной среде. Особенно опасно для человека загрязнение почв тяжелыми металлами.

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами – медью, цинком, хромом, свинцом, ртутью, кадмием и др. - происходит в районах размещения промышленных предприятий по нескольким направлениям: через атмосферный воздух с дальнейшим оседанием на почвенный покров; с атмосферными осадками, содержащими токсичные элементы; при неправильном хранении промышленных и твердых бытовых отходов [35].

Промышленные предприятия и транспорт являются приоритетными источниками загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха тяжелыми металлами вносят предприятия черной и цветной металлургии, теплоэнергетики. Процессы выплавки и переработки чугуна сопровождаются выбросом в атмосферу соединений марганца, свинца, паров ртути, редких металлов. В выбросах мартеновских и конвекторных сталеплавильных цехов присутствуют пыль из металлической шихты, пары и окислы металлов, преобладающими из которых являются триокись железа и алюминия. Предприятия цветной металлургии являются источником поступления в атмосферный воздух алюминия, меди, свинца, олова, цинка, никеля и др. металлов. Проникновение металлов в окружающую среду происходит при сжигании топлива и горючего на предприятиях теплоэнергетики. В угле и нефти содержатся все металлы периодической таблицы, и, в первую очередь, свинец, ртуть, мышьяк, ванадий, никель, хром. Наряду с указанными отраслями промышленности, все большее значение в загрязнении окружающей среды приобретает химическая промышленность и особенно химия органического синтеза, где металлы (хром, никель, ванадий, кобальт, торий, палладий) используются в качестве катализаторов оргсинтеза и дожигания.

Повышенное содержание тяжелых металлов в воздухе, воде, почве приводит к загрязнению ими продуктов питания и широкому спектру токсических эффектов для человека. Избыточные концентрации металлов могут вызывать серьезные изменения в обмене веществ и дезорганизацию метаболических процессов, что способствует снижению неспецифической резистентности организма, приводит к нарушению аллергического и соматического статуса, а, следовательно, и к нарушению функций различных органов и систем. Под воздействием металлов повреждается процесс гемопоза, что, в свою очередь, ведет к нарастанию иммунодефицитного состояния в организме.

Под действием токсичных металлов в той или иной степени страдают сердечно-сосудистая, выделительная, пищеварительная, эндокринная, иммунная, кроветворная системы, а ряд металлов и их соединений (никель, мышьяк, бериллий и др.) способны провоцировать канцерогенные эффекты у населения.

Среди различных физических факторов окружающей среды, к которым относят ионизирующие и неионизирующие излучения, шум, вибрацию, микроклимат на производстве, биологическое действие ионизирующих излучений наиболее вредно. Риск облучения выше естественного радиационного фона особенно возрос в последние десятилетия в связи с развитием атомной энергетики.

Ионизирующее (радиационное) излучение провоцирует рост раковых опухолей, прежде всего, рак молочной и щитовидной желез, лейкоз. Помимо рака излучение вызывает генетические повреждения, т.е. вредные мутации, которые в виде врожденных пороков развития передаются последующим поколениям [38]. Природное фоновое излучение вызывает, вероятно, 1-2% всех генетических болезней.

Анализ данных литературы [20, 25,27,36,38] показывает повсеместную высокую шумовую нагрузку в городской среде, которая носит глобальный характер и небезразлична для состояния здоровья населения. Исходя из этого, во многих развитых странах проводятся исследования влияния источников и уровней шума на физиологические реакции (преимущественно на орган слуха). Установлено, что наиболее сильное влияние на уровень общей заболеваемости детей оказывают загрязнение воздушного бассейна в сочетании с городским шумом и с неудовлетворительными жилищными условиями, когда заболеваемость увеличивается в 3 - 4 раза. Особую озабоченность вызывает все более нарастающая интенсивность городского транспортного шума – на долю автомобильного, рельсового и воздушного транспорта приходится 80% общего шумового фона в крупном городе.

При изучении шума выявлены биоэффекты, снижающие адаптационные возможности организма. Шум вызывает значительное увеличение дисталического и среднего артериального давления. Он оказывает «неслуховые» влияния на здоровье (функциональные физиологические изменения, нарушение сна, психического здоровья, работоспособности).

Приведенные данные свидетельствуют, что загрязнение окружающей среды в городах – один из важных факторов, формирующих состояние здоровья горожан. Кроме параметров загрязнения среды, определенный вклад в состояние здоровья го-

родского населения вносят такие условия как архитектурно-планировочная структура, система озеленения, эстетика и пейзажность культурного ландшафта. Замечено, например, что как излишнее однообразие ландшафта (гомогенные поля), так и его «сверхразнообразие» («агрессивные» поля в городах) пагубно отражается на здоровье населения [38].

Изучение территориальной неравномерности медико-экологических показателей, связанных с состоянием среды обитания, является одним из основных элементов метода эколого-гигиенического ранжирования (зонирования) территории промышленных городов. По степени и характеру загрязнения атмосферного воздуха, который чаще всего принимается в качестве основного критерия дифференциации городской среды, выделяют до 4-х зон, различающихся по эколого-гигиеническому фону: 1) условно чистая зона – жилая застройка вне промышленных зон и вдали от главных транспортных магистралей; 2) транспортная зона – жилая и промышленная застройки, прилегающие к транспортным магистралям; 3) промышленная зона – территория города, подверженная значительному воздействию промышленных выбросов в атмосферу, но расположенная вдали от транспортных магистралей; 4) промышленно-транспортная или смешанная зона, характеризующаяся сочетанием загрязнения атмосферного воздуха транспортными и промышленными выбросами [23].

Таким образом, многочисленные региональные медико-географические исследования свидетельствуют о достоверной зависимости критериев общественного здоровья от качества окружающей среды, что служит предпосылкой количественной оценки риска для здоровья населения, обусловленного техногенным загрязнением среды обитания.

1.2. Методы оценки экологического риска для здоровья населения

На рубеже XX – XXI веков в мировой и отечественной науке, а также в практике санитарного надзора получило активное развитие новое направление - оценка риска для здоровья населения, связанного с состоянием среды обитания. Оно явилось результатом многолетних исследований российских

и зарубежных медиков, экологов и математиков, реализуемых в рамках важнейшей проблемы современности «окружающая среда и здоровье человека». Главным ориентиром нового научного направления служит идея максимального снижения экологического риска для здоровья населения как важнейшего условия обеспечения устойчивого социально-экономического развития общества.

Риск для здоровья - вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания. К неблагоприятным воздействиям факторов среды обитания относят биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные и иные), химические (загрязняющие вещества), физические (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, тепловые, ионизирующие, неионизирующие и иные излучения), социальные (питание, водоснабжение, условия быта, труда, отдыха) и иные условия среды жизнеобеспечения человека.

Оценка риска для здоровья – это процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений, обусловленных воздействием факторов среды обитания.

Методической основой практического применения технологий оценки риска для здоровья населения служит вероятностный математико-статистический анализ, позволяющий оценить уровень взаимной связи между критериями общественного здоровья и факторами риска, построить математическую модель воздействия вредного фактора на здоровье населения, количественно оценить уровень риска для здоровья населения.

При этом используют общепризнанные критерии доказательства причинно-следственных связей в системе «здоровье – факторы риска». Они сформулированы в процессе анализа результатов медико-экологических наблюдений при комплексной оценке связи загрязнения окружающей среды с обнаруживаемыми эффектами, но имеют общее методологическое значение. Смысл этих критериев заключен в следующем:

- совпадение наблюдаемых эффектов у населения с экспериментальными данными;

- согласованность наблюдаемых эффектов в различных группах населения;
- правдоподобность ассоциаций (простые статистические связи, не согласующиеся с разумным биологическим объяснением, отвергаются);
- сила ассоциаций, превышающая значимость обнаруживаемых различий с вероятностью более 99%;
- наличие градиентов взаимосвязи «доза-эффект», «время-эффект»;
- увеличение неспецифической заболеваемости среди населения с повышенным риском;
- полиморфность поражений при действии вредных факторов (например, химических веществ);
- однотипность клинической картины у пострадавших;
- подтверждение контакта путем обнаружения вещества в биосредах или специфическими аллергологическими пробами;
- тенденция к нормализации показателей состояния здоровья после улучшения экологической обстановки или устранения контакта с вредными веществами или факторами.

Обнаружение более 5 перечисленных признаков делает связь выявляемых изменений с условиями среды вполне вероятной, а 7 – доказанной [14].

Количественная оценка риска может осуществляться с помощью *корреляционно-регрессионного анализа*. По коэффициентам корреляций можно судить о связи между загрязнением среды и состоянием здоровья населения, а регрессионный анализ позволяет оценить тренды динамики состояния среды и общественного здоровья, а также построить математическую модель зависимости критериев общественного здоровья от качества окружающей среды

В этом случае количественной характеристикой силы связи служит коэффициент парной линейной корреляции (r), рассчитываемый по формуле (1):

$$r = \frac{\sum (x_1 - M_1) \cdot (x_2 - M_2)}{\sqrt{\sum (x_1 - M_1)^2 \cdot \sum (x_2 - M_2)^2}} \quad (1)$$

где x_1, x_2 – значения первой и второй переменных; M_1, M_2 – средние значения первой и второй переменных. В качестве переменных рассматриваются показатели состояния окружающей среды и критерии общественного здоровья.

Коэффициент корреляции изменяется в пределах от 1 до -1 . Абсолютное значение коэффициента корреляции характеризует степень тесноты линейной зависимости, причем при значениях «r» в интервале от 0 до $|\pm 0,30|$ связь считают слабой; от $|\pm 0,30|$ до $|\pm 0,70|$ – средней; а выше $|\pm 0,70|$ – сильной. Если корреляционная связь не достигает порога достоверности, что часто встречается в медико-географических исследованиях, особенно на малых выборках, то говорят о тенденции статистической связи, которая свидетельствует о наличии определенной, но слабо выраженной закономерности.

Для статистического вывода о наличии или отсутствии корреляционной связи между исследуемыми случайными переменными необходимо не только определить величину выборочного коэффициента корреляции, но и провести проверку его значимости. Для этого используется критерий Стьюдента (t), определяемый по формуле (2):

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2)$$

который сравнивается с критическим значением $t_{\text{крит}}$, найденным по таблице распределения Стьюдента, при выбранной вероятности ошибки $\alpha = 0,05$ (5%) и числе степеней свободы $\nu = N - 2$, где N – число пар значений.

Если $t_i > t_{\text{крит}}$, можно утверждать, что связь между переменными достоверная, хотя значение коэффициента корреляции может быть небольшое.

Следует заметить, что при относительно большом объеме выборки ($N > 30$), даже низкие значения коэффициентов парных корреляций, классифицируемые в практике как «слабая» и «средняя» силы связи, оказываются статистически значимыми и заслуживают рассмотрения.

Часто в практике медико-географических исследований требуется оценить достоверность различий статистических выборок

по набору характерных признаков (например, при оценке территориальных различий по загрязнению среды обитания, уровню заболеваемости или смертности населения). Для этого применяют **критерий Стьюдента** (t) с учетом анализа степени сходства двух выборок по разнице их «средних арифметических» значений (M), что иллюстрирует формула (3):

$$t = \frac{M_1 - M_2}{m_d} \quad (3)$$

где m_d – ошибка разности «средних», определяемая по формулам в зависимости от условий: (4) объемы сравниваемых выборок равны между собой ($n_1 = n_2$), (5) объемы сравниваемых выборок различны ($n_1 \neq n_2$):

$$m_d = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - M_1)^2 + \sum (x_2 - M_2)^2}{n^2 - n}} \quad (4), (n_1 = n_2)$$

$$m_d = \sqrt{\frac{[\sum (x_1 - M_1)^2 + \sum (x_2 - M_2)^2] \cdot (n_1 + n_2)}{n_1 \cdot n_2 \cdot (n_1 + n_2 - 2)}} \quad (5) (n_1 \neq n_2)$$

Независимо от порядкового номера выборки всегда из большей средней (M) вычитают меньшую. При условии $t_i > t_{\text{крит}}$ для числа степеней свободы $\nu = n_1 + n_2 - 2$ различие считают статистически достоверным.

В последние годы быстро развивается новое научное направление, базирующееся на теории риска для здоровья, связанного с химическим загрязнением окружающей среды. Оно получило развитие на базе совместных разработок Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Федерального Центра экологической политики России и Американского агентства по охране окружающей среды (US. EPA) [1,4,14,26]. Базируясь на этой методологии, возможно идентифицировать и количественно оценивать уровни риска, а также планировать меры по организации мониторинга окружающей среды и снижению риска в экологически неблагополучных районах

Основные положения этой методологии оценки риска здоровью населения закреплены в руководстве Р 2.1.10.1920—04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую сре-

ду» (утверждено главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 05.03.2004 г.) [31].

Процедуру оценки риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических загрязнителей среды обитания, можно подразделить на пять взаимосвязанных этапов.

- **Идентификация опасности:** выявление потенциально вредных факторов, оценка связи между изучаемым фактором и нарушениями состояния здоровья человека, достаточности и надежности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды исследуемыми веществами; составление перечня приоритетных химических веществ, подлежащих последующей характеристике.

- **Оценка воздействия (экспозиции) химических веществ на человека:** характеристика источников загрязнения, маршрутов движения загрязняющих веществ от источника к человеку, путей и точек воздействия; определение доз и концентраций, воздействовавших в прошлом, воздействующих в настоящем или тех, которые, возможно, будут воздействовать в будущем; установление уровней экспозиции для популяции в целом и ее отдельных субпопуляций, включая сверхчувствительные группы.

- **Оценка зависимости «доза-ответ»:** выявление количественных связей между показателями состояния здоровья и уровнями экспозиции. Для этого, как правило, используются экспериментальные данные (токсикологический эксперимент, спланированное эпидемиолого-гигиеническое исследование и др.).

- **Характеристика риска:** анализ всех полученных данных; расчет рисков для популяции и ее отдельных подгрупп; сравнение рисков с допустимыми (приемлемыми) уровнями; сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их статистической, медико-биологической и социальной значимости; установление медицинских приоритетов и тех рисков, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня.

- **Управление риском:** заключительный этап, связанный с мероприятиями по минимизации риска, которые осуществляются на основе выявленных приоритетов.

Рассмотрим этапы оценки риска более подробно.

На этапе *идентификации опасности* организуется сбор сведений, основными из которых для оценки риска здоровью населения, обусловленного воздействием загрязнителей окружающей среды, являются:

- *качественный и количественный состав выбросов и сбросов загрязняющих веществ* (источники информации: формы государственной статистической отчетности 2-ТП «воздух», проекты ПДВ, отчеты о выбросах от автотранспорта);

- *концентрации загрязняющих веществ в объектах среды обитания* (источники информации: результаты фактического мониторинга или расчетных методов).

Каждое из соединений в отчете по оценке риска должно фигурировать только под одним определенным наименованием, которое, как правило, следует дополнять уникальным международным идентификационным номером **CAS**. Необходимо обращать внимание на унификацию размерности приводимых в отчете концентраций. Все значения концентраций, в том числе полученные из литературы, должны быть пересчитаны на общепринятые единицы (для воздушной среды - мг/м³).

При выборе показателей опасности, необходимых для решения конкретных задач оценки риска, формируется предварительный сценарий и определяются предварительные маршруты, т.е. пути воздействия химических веществ. При этом используются данные фундаментальных гигиенических исследований о возможных неблагоприятных эффектах (канцерогенных, эмбриотоксических и др.).

Оценка риска воздействия на здоровье человека всех потенциально вредных веществ хотя и желательна, но реально неосуществима из-за большого объема исследований и требуемых материальных ресурсов, а также из-за отсутствия адекватных данных об уровнях воздействия и потенциальной опасности ряда химических соединений. В связи с этим анализ обычно проводится на основе детального исследования ограниченного числа (обычно не более 25-30) приоритетных (индикаторных) веществ, которые наилучшим образом характеризуют реальный риск для здоровья населения, проживающего на исследуемой территории.

С целью предварительного ранжирования химических веществ используются: сведения об объемах поступлений в окру-

жающую среду и численности населения; результаты моделирования рассеивания загрязнений (при наличии соответствующих автоматизированных программных комплексов) и особенностей их поведения в окружающей среде; имеющиеся данные мониторинга содержания химических соединений в различных объектах окружающей среды; данные о вредных эффектах, вызываемых химическим веществом; значения референтных уровней воздействия (гигиенические нормативы, референтные дозы и концентрации, региональные уровни минимального риска); принадлежность химического вещества к перечням приоритетных опасных или особо регулируемых химических соединений.

На этапе идентификации опасности используется метод предварительного ранжирования потенциальных канцерогенов по величине суммарной годовой эмиссии и весового коэффициента канцерогенного эффекта (Wc), устанавливаемого в зависимости от значений фактора канцерогенного потенциала и группы канцерогенности по классификации МАИР или US. EPA.

Определение индекса сравнительной канцерогенной опасности ($HRIc$) осуществляется по формуле (6) и в соответствии с данными, приведенными в таблице 1.1.:

$$HRIc = E \cdot Wc \cdot P / 10000 \quad (6)$$

где $HRIc$ - индекс сравнительной канцерогенной опасности;

Wc - весовой коэффициент канцерогенного эффекта;

P - численность популяции *);

E - величина условной экспозиции (т/год) **).

Единицы измерения параметров, входящих в формулу (6), должны быть одинаковыми для всех сопоставляемых химических веществ.

*) - при очень выраженных различиях в численности населения на сравниваемых территориях значения P следует представлять в баллах: < 1000 чел. - 1 балл, 1000—100 000 чел. - 2 балла, 100 000—1 000 000 чел. - 3 балла, > 1 000 000 чел. - 4 балла;

**) - при сравнении опасности загрязнений различных объектов окружающей среды величину E следует представлять в баллах: поступление в количестве < 10 т/год - 1 балл, 10—100 - 2 балла, 100—1 000 - 3 балла, 1000—10000 - 4 балла, > 10000 - 5 баллов.

Определение индекса сравнительной канцерогенной опасности (*HRIc*) для локальных стационарных источников с относительно небольшим объемом выброса допускается не проводить.

Таблица 1.1

Весовые коэффициенты для оценки канцерогенных эффектов (*Wc*)

Фактор канцерогенного потенциала, (мг/кг·день) ⁻¹ *	Группа канцерогенности по классификации US. EPA	
	A/B	C
< 0,005	10	1
0,005—0,05	100	10
0,05—0,5	1 000	100
0,5—5	10000	1000
5—50	100 000	10000
>50	1 000 000	1 000 000

**) Фактор канцерогенного потенциала (фактор наклона, канцерогенный потенциал, SF) - мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Определяется как верхняя 95% доверительная граница наклона графической зависимости «доза-ответ» в её нижней линейной части. Единица измерения: 1/(мг/(кг·сутки)) или (мг/(кг·сутки))⁻¹.*

Фактор канцерогенного потенциала – табличная (справочная) величина, определяемая экспериментальным путем с последующим применением математических методов экстраполяции воздействия высоких доз на воздействие низких. Величина фактора наклона конкретного канцерогена устанавливается для различных путей поступления: ингаляционного, перорального, кожного.

Для предварительного ранжирования веществ, не обладающих канцерогенным риском (системные токсиканты), используется метод, аналогичный вышеописанному. При этом применяются весовые коэффициенты, основанные на безопасных дозах или концентрациях (*TW*). Определение индекса сравнительной неканцерогенной опасности (*HRI*) производится по формуле (7) и в соответствии с данными табл. 1.2:

$$HRI = E \cdot TW \cdot P / 10\,000 \quad (7)$$

где **HRI** - индекс сравнительной неканцерогенной опасности;

TW - весовой коэффициент;

P - численность популяции;

E - величина условной экспозиции (т/год).

Таблица 1.2

Весовые коэффициенты для оценки неканцерогенных эффектов (TW)

Референтная (безопасная) доза, мг/кг *	Референтная (безопасная) концентрация, мг/м ³	Весовой коэффициент
< 0,00005	< 0,000 175	100000
0,00005—0,0005	0,000175—0,00175	10000
0,0005—0,005	0,00175—0,0175	1 000
0,005—0,05	0,0175—0,175	100
0,05—0,5	0,175—1,75	10
>0,5	>1,75	1

*) Значения референтных доз и концентраций должны иметь одинаковый период усреднения экспозиции (например, референтные концентрации для условий острого, подострого и хронического воздействия).

- **Референтная доза/концентрация** - суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения (справочная величина, устанавливаемая в зависимости от пути поступления загрязняющего вещества в организм и условий воздействия, которое может быть острым, подострым и хроническим).

С использованием величин индексов сравнительной опасности отдельно ранжируются списки канцерогенов и неканцерогенов.

Производить расчет индексов сравнительной неканцерогенной опасности (**HRI**) для отдельных относительно небольших ис-

точников выбросов с ограниченным перечнем загрязняющих веществ (на практике при числе учитываемых веществ менее 10-15) не рекомендуется.

По завершении этапа идентификации опасности для каждого из отобранных веществ должны быть установлены наиболее важные вредные эффекты (критические органы/системы, виды критических эффектов); оценена весомость имеющихся доказательств, а при необходимости дана характеристика процессов абсорбции, распределения, выведения и метаболизма химического соединения; оценена релевантность (соответствие) имеющихся данных для человека, включая потенциально чувствительные подгруппы населения; проведен критический анализ сделанных предположений и допущений.

Оценка экспозиции (воздействия) представляет собой один из важнейших и, как правило, наиболее точных из всех этапов оценки риска.

- **Экспозиция (воздействие)** – это контакт организма (рецептора) с химическим, физическим или биологическим агентом.

Оценка экспозиции является этапом оценки риска, в процессе которого устанавливается количественное поступление агента (химического, физического, биологического) в организм разными путями (ингаляционным, пероральным, накожным) в результате контакта с различными объектами окружающей среды (воздух, вода, почва, продукты питания).

Экспозиция может быть выражена как величина воздействия – т.е. масса вещества, отнесенная к единице времени (например, мг/день), – или как величина воздействия, нормализованная с учетом массы тела «мг/(кг·день)» – т.е. как фактическая доза поступления вредного вещества в организм.

Таким образом, в качестве количественной меры экспозиции в исследованиях по оценке риска рекомендуется использовать потенциальную дозу, рассчитываемую путем умножения величины концентрации химического вещества в окружающей сре-

де (воздухе, воде, продуктах питания) на объем вдыхаемого воздуха, потребляемой воды, продуктов питания.

При оценке риска потенциальные дозы, как правило, усредняются с учетом массы тела и времени воздействия. Такая доза носит название *средней суточной дозы (ADD)*.

Расчет среднесуточных доз при ингаляционном воздействии загрязняющих веществ, поступающих с атмосферным воздухом, проводится по формуле (8):

$$ADD = ((Ca \cdot Tout \cdot Vout) + (Ch \cdot Tin \cdot Vin) \cdot EF \cdot ED) / (BW \cdot AT \cdot 365) \quad (8)$$

При этом, как правило, принимаются стандартные значения показателей, приведенные в таблице 1.3.

Расчет среднесуточных доз при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой производится в соответствии с формулой (9) и данными в таблице 1.4.

$$ADD = (Cw \cdot V \cdot EF \cdot ED) / (BW \cdot AT \cdot 365) \quad (9)$$

Таблица 1.3

Стандартные значения факторов экспозиции при ингаляционном воздействии химических веществ с атмосферным воздухом

Параметр	Характеристика	Стандартное значение
ADD	Среднесуточная доза (величина поступления), мг/(кг·день)	-
Ca	Концентрация вещества, мг/м ³	-
Ch	Концентрация вещества в воздухе жилища, мг/м ³	при отсутствии данных – 1,0·Ca
Tout	Время, проводимое вне помещений, час/день	8 ч/день
Tin	Время, проводимое внутри помещений, час/день	16 ч/день
Vout	Скорость дыхания вне помещений, м ³ /час	1,4 м ³ /час
Vin	Скорость дыхания внутри помещения, м ³ /час	0,63 м ³ /час
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
ED	Продолжительность воздействия, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет
BW	Масса тела, кг	взрослые: 70 кг; дети: 15 кг

Параметр	Характеристика	Стандартное значение
AT	Период осреднения экспозиции, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет

Таблица 1.4

Стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой

Параметр	Характеристика	Стандартное значение
ADD	Поступление с питьевой водой, мг/(кг·день)	-
C_w	Концентрация вещества, мг/л	-
V	Величина водопотребления, л/сутки	взрослые: 2 л/сутки; дети: 1 л/сутки
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
ED	Продолжительность воздействия, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет
BW	Масса тела, кг	взрослые: 70 кг; дети: 15 кг
AT	Период осреднения экспозиции, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет

При этом обычно принимается допущение, что в среднем суточное потребление атмосферного воздуха для взрослого человека составляет 20 м³/сутки, а потребление питьевой воды - 2 л.

- **Оценка зависимости «доза-ответ»** - это процесс количественной характеристики токсикологической информации и установления связи между воздействующей дозой (концентрацией) загрязняющего вещества и случаями вредных эффектов в экспонируемой популяции.

Анализ зависимости «доза-ответ» предусматривает установление причинной обусловленности развития вредного эффекта при действии данного вещества, выявление наименьшей дозы или концентрации, вызывающей развитие наблюдаемого эффек-

та, и определение интенсивности возрастания эффекта при увеличении дозы (концентрации).

Международная методология оценки риска предполагает:

- канцерогенные эффекты при воздействии химических канцерогенов обладают генотоксическим действием, могут возникать при любой дозе, вызывающей инициирование повреждений генетического материала (считается, что канцерогены обладают беспороговым воздействием);

- для неканцерогенных веществ и канцерогенов с негенотоксическим механизмом действия предполагается существование пороговых уровней, ниже которых вредные эффекты не возникают.

Характеристиками зависимости «доза-ответ», которые наиболее часто используются для оценки канцерогенного риска, а также рисков для здоровья населения при воздействии некоторых наиболее распространенных химических загрязнений, достаточно подробно изученных в эпидемиологических исследованиях, являются: величина наклона зависимости, отражающая возрастание вероятности развития вредной реакции при увеличении дозы (концентрации) на 1 мг/кг или 1 мг/м³; уровень воздействия, связанный с определенной вероятностью эффекта (показатели этой группы применяются для установления реперных, т.е. опорных доз и концентраций). Для характеристики риска развития неканцерогенных эффектов наиболее часто используются такие показатели зависимостей «доза-ответ» как максимальная недеятельная доза и минимальная доза, вызывающая пороговый эффект (для неканцерогенов и канцерогенов, обладающих негенотоксическим механизмом действия). Эти показатели являются основой для установления уровней минимального риска - референтных доз (*RfD*) и концентраций (*RfC*) химических веществ. Их применение характеризует правдоподобие отсутствия вредных реакций. Превышение референтной (безопасной) дозы не обязательно связано с развитием вредного эффекта: чем выше воздействующая доза и чем больше она превосходит референтную, тем выше вероятность появления вредных ответов. Однако оценить эту вероятность при данном методическом подходе невозможно. В связи с этим итоговые характеристики оценки экспозиции на основе референтных доз и концентраций получили название «коэффи-

циенты и индексы опасности (HQ, HI)». Слово «опасность» в названиях этих характеристик подчеркивает их отличие от традиционного понятия о риске как количественной меры вероятности развития вредного эффекта.

Для построения моделей «доза (концентрация) – ответ» наиболее часто используются показатели относительного риска или отношения шансов. Тип модели определяется видом и задачами эпидемиологического исследования. Для простоты расчетов риска зависимости «концентрация-ответ» нередко характеризуют в виде прироста относительного риска или в виде относительного изменения анализируемого показателя здоровья (например, в %) при возрастании концентрации химического соединения на 10 мкг/м³.

Параметры для расчета риска, полученные в эпидемиологических исследованиях, могут также представляться в виде единичного эпидемиологического риска - риска на 1 мкг/м³.

Характеристика рисков (количественная оценка риска) предполагает расчет показателей канцерогенного и неканцерогенного рисков.

Индивидуальный канцерогенный риск (CR) в течение жизни определяется по формуле (10):

$$CR = ADD \cdot SF \quad (10)$$

где *ADD* - средняя суточная доза в течение жизни, мг/(кг·день);

SF - фактор канцерогенного потенциала - величина, показывающая степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена 1/(мг/(кг·день)) или (мг/(кг·день))⁻¹.

- **Индивидуальный риск** - оценка вероятности развития неблагоприятного эффекта у экспонируемого индивидуума, например, риск развития рака у одного индивидуума из 1 000 лиц, подвергавшихся воздействию (риск 1 на 1 000 или 1·10⁻³). При оценке риска, как правило, оценивается число дополнительных по отношению к фону случаев нарушений состояния здоровья, т.к. большинство заболеваний, связанных с воздействием среды обитания, встречаются в популяции и при отсутствии анализируемого воздействия (например, рак).

Шкала оценки рисков. При оценке индивидуального канцерогенного риска для здоровья, обусловленного воздействием химических веществ, загрязняющих окружающую среду, ориентируются на систему оценочных критериев (*критериев приемлемости*).

В соответствии с этими критериями, первый диапазон риска (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший $1 \cdot 10^{-6}$, что соответствует одному дополнительному случаю серьезного заболевания или смерти на 1 млн. экспонированных лиц), характеризует такие уровни риска, которые воспринимаются всеми людьми как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков (уровень «De minimis»). Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению, и их уровни подлежат только периодическому контролю (*допустимый риск*).

Второй диапазон (индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$) соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска. Именно на этом уровне установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов для населения. Данные уровни подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях при таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению (*риск, вызывающий беспокойство*).

Третий диапазон (индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-4}$, но менее $1 \cdot 10^{-3}$) приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Планирование мероприятий по снижению рисков в этом случае должно основываться на результатах более углубленной оценки различных аспектов существующих проблем и установлении степени их приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам на данной территории (*опасный риск*).

Четвертый диапазон (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или более $1 \cdot 10^{-3}$) неприемлем ни для населения,

ни для профессиональных групп. Данный диапазон обозначается как «De manifestis Risk», и при его достижении необходимо давать рекомендации для лиц, принимающих решения о проведении экстренных оздоровительных мероприятий по снижению риска (*чрезвычайно опасный риск*).

При планировании долгосрочных программ, установлении региональных гигиенических нормативов целесообразно ориентироваться на величину целевого риска - такого уровня риска, который должен быть достигнут в результате проведения мероприятий по управлению риском. В большинстве стран, а также в рекомендациях экспертов ВОЗ величина целевого риска принимается равной $1 \cdot 10^{-6}$. Величина целевого риска для условий населенных мест в России составляет $1 \cdot 10^{-5}$ — $1 \cdot 10^{-6}$.

Неканцерогенный риск количественно оценивается на основе расчета коэффициента опасности (*HQ*) по формулам (11) и (12):

$$HQ = ADD / RfD \quad (11)$$

или

$$HQ = AC / RfC \quad (12)$$

где *HQ* - коэффициент опасности;

ADD – средняя суточная доза, мг/кг;

AC - средняя концентрация (для воздушной среды - мг/м³, для водной среды - мг/дм³, для почвы и продуктов питания - мг/кг);

RfD - референтная (безопасная) доза, мг/кг; *RfC* - референтная (безопасная) концентрация, (для воздушной среды - мг/м³, для водной среды - мг/дм³, для почвы и продуктов питания - мг/кг).

Шкала оценки рисков. Если величина *HQ* < 1, то неканцерогенный риск считается *допустимым* (< 0,5 = целевой риск), а если *HQ* > 1 – *опасный риск*. Референтные дозы и концентрации являются нормативными величинами и указаны в «Руководстве по оценке риска ...» (2004) [31]. При отсутствии в справочном приложении значений *RfC* используют *ПДК* или *ОБУВ*.

Оценка неканцерогенного риска проводится суммарно и по отдельным критическим (наиболее чувствительным) органам и

системам, которые указаны по каждому веществу в справочном приложении «Руководства по оценке риска...» (2004) [31]. С учетом однонаправленности воздействия веществ рассчитывается индекс опасности (*CI* или *HI*) в зависимости от характера суммируемых рисков (канцерогенных или неканцерогенных), т.е. риск комбинированного эффекта по соответствующим формулам (13) и (14):

$$CI=CR_1+CR_2+\dots+CR_n \quad (13)$$

$$HI=HQ_1+HQ_2+\dots+HQ_n \quad (14)$$

где *n* – число веществ;

CR_{1...n}, *HQ_{1...n}* – коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

Популяционные риски (*PCR* и *PHQ*) рассчитывают как произведение индивидуальных рисков (*CR* и *HQ*) на численность экспонированного населения в соответствующие временные периоды.

На завершающем этапе оценки риска (*характеристика риска*) осуществляется синтез результатов, полученных на всех предыдущих этапах с учетом всех неопределенностей, способных повлиять на надежность конечных выводов и рекомендаций.

- **Управление риском** - процесс принятия решений, включающий рассмотрение совокупности политических, социальных, экономических, медико-социальных и технических факторов совместно с соответствующей информацией по оценке риска с целью разработки оптимальных решений по устранению или снижению уровней риска, а также по способам последующего контроля (мониторинга) экспозиций и рисков.

С целью снижения уровней риска могут использоваться следующие подходы: снижение числа и мощности источников опасности; снижение вероятности развития или проявления вредных эффектов; уменьшение числа экспонируемых лиц; снижение вероятности развития аварийных ситуаций и т.д.

Начиная с 2004г., в практику экологического проектирования введен новый тип проектов – Проект оценки риска для здо-

ровья населения. Он служит главным документом при обосновании возможности сокращения нормативной санитарно-защитной зоны. Причем при принятии решения о возможности сокращения санитарно-защитной зоны промышленного предприятия по сравнению с нормативной величиной практикуются расчеты рисков для обоснования того, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при сокращении санитарно-защитной зоны не создадут угрозы для здоровья и жизни населения, а риск для здоровья будет иметь приемлемый (допустимый) уровень.

С 1.03.2008г. в новой редакции СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» оценка риска для здоровья населения проводится для групп промышленных объектов и производств или промышленного узла (комплекса), в состав которых входят объекты I, II и III классов вредности, а также имеющих в составе выбросов вещества первого и второго класса опасности, канцерогены. Оценка риска для здоровья населения, связанного с эксплуатацией таких промышленных объектов, становится обязательной процедурой и одной из главных превентивных мер по обеспечению экологической безопасности.

Таким образом, в системе оценки риска для здоровья населения наиболее приемлемы три метода: 1) оценка потенциального риска (канцерогенного, неканцерогенного и риска комбинированного эффекта) по значениям концентраций загрязняющих веществ в соответствующих депонирующих средах (атмосфере, питьевой воде и др.); 2) оценка реального (фактического риска) с помощью корреляционно-регрессионного анализа, позволяющего оценить количественную связь в системе «среда-здоровье» и на этой основе выявить приоритетные факторы риска в условиях конкретного региона и отдельного промышленно-развитого города; 3) оценка достоверности различий критериев состояния окружающей среды и общественного здоровья с помощью статистических критериев «сходства-различия» (например, критерия Стьюдента). Эти различные подходы взаимодополняют друг друга и при корректном применении позволяют добиться вполне достоверного результата при региональной экологической диагностике и количественной оценке риска здоровью населения.

В последующих разделах книги приведены результаты апробации этих подходов для диагностики зон экологического риска на территории г.Воронежа – крупнейшего промышленно-развитого центра Центрального Черноземья.

ГЛАВА 2. ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА ВОРОНЕЖА

2.1. Региональный природный фон и городские ландшафты

Общие физико-географические условия

Город Воронеж – областной центр, основанный в 1585г., где в настоящее время проживает около 920 тыс. жителей на площади 590,4 тыс. кв. км.

Город расположен в лесостепной зоне, в бассейне Среднего Дона. Геологической основой территории служит докембрийский кристаллический фундамент, перекрытый 110-120 метровой толщиной мергелистых глин, песчаников. Территория находится на границе двух геоморфологических провинций – Среднерусской возвышенности и Окско-Донской низменности. В меридиональном направлении территорию пересекает долина р. Воронеж, расширяющаяся в черте города в пределах акватории созданного в 1972 г. Воронежского водохранилища. Правобережная часть города представляет собой высокое холмистое суглинистое плато с абсолютными отметками высот от 100 до 160 м и крутым коренным склоном около 35 м, обрывающимся к водохранилищу. Левобережная часть – пониженная выровненная поверхность 2-ой надпойменной террасы, возвышающаяся над урезом водохранилища на 10-20 м, преимущественно песчаного механического состава.

Климат города – умеренно-континентальный, с неустойчивым увлажнением. Средняя годовая температура воздуха около +6,0 градусов Цельсия. Зимой небольшие морозы (–8–11 градусов) часто сменяются оттепелями. В отдельные холодные зимы морозы достигают –35 – 37 градусов. Устойчивый снежный покров держится с декабря по март и составляет до 1,0 м. Лето теплое с ясной погодой, преобладающая дневная температура

+19+25 градусов, в отдельные дни достигает +32+36 градусов. Характерна высокая относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 83%, наиболее теплого месяца – 66%. Годовое количество осадков - около 550 - 600 мм. В холодный период года часты туманы, снижающие рассеивающую способность атмосферы, а в теплый период нередко перепады в состоянии погоды: выпадение осадков в виде ливневых дождей, гроз или засухи, чаще приходящиеся на вторую половину лета.

В розе ветров в целом преобладают западные румбы (40%), однако существенны и сезонные различия. Так, в зимне-весенний период увеличивается повторяемость юго-восточных ветров, а в летне-осенний – северных и северо-западных.

Под влиянием застройки в городе складывается микроклимат с повышенной температурой воздуха по сравнению с зональным фоном, увеличен и безморозный период. По данным Э.Ю. Безуглой [2] по потенциалу загрязнения атмосферы (ПЗА) Воронежская область находится на границе двух зон: умеренного (II) и повышенного (III) ПЗА. В исследованиях А.В. Назаренко и С.А. Дьякова [25] установлено, что частота инверсий составляет около 30 - 40%, причем максимум приземных инверсий, способствующих аккумуляции загрязняющих веществ, приходится на май (64%), август (66%), сентябрь (59%) и февраль (55%); минимум же - на январь (18%), декабрь (19%) и ноябрь (21%). При слабых ветрах характер движения воздушных масс определяется возникновением «острова тепла», вследствие которого над городом возникает небольшая депрессия. Анализ повторяемости слабых ветров (0-1 м/с) показывает, что максимум штилей наблюдается летом, минимум – зимой и весной. Наиболее часто слабые ветры наблюдаются в южной, низменной части города. В центре города и в северной его части, как правило, слабые ветры проявляются реже.

Влияние города распространяется и на режим осадков. Наибольший эффект наблюдается в 15-55 км в подветренной стороне от городского центра, т. к. облака, образующиеся в результате подъема воздушных масс, при наличии «острова тепла» и гигроскопических частиц промышленных выбросов, могут быть снесены в эту часть города. Осадки уменьшают значения концен-

траций загрязняющих веществ за счет вымывания техногенных примесей, причем, осадки имеют наибольшую интенсивность летом (июль, август) и в декабре; минимальную – в апреле и сентябре.

Почвенный покров в пределах города и прилегающей территории довольно пестрый. Преобладают черноземы различных типов, которые часто прерываются массивами дерново-подзолистых и серых лесных почв на субстрате легкого механического состава. Фрагменты природного комплекса представлены в основном лесными массивами, плотность которых выше в северном секторе города (в радиусе до 15 км от границ застройки, где леса занимают до 20 % площади городского округа), главным образом вдоль рек Воронеж и Усмань. Это в основном дубравы и сосновые леса. Наименьшая площадь озеленения - в левобережной промышленно-развитой части города.

Городские ландшафты

Современные промышленные города – единство функционально разнокачественных зон-комплексов. В зависимости от типа городского ландшафта сочетание и полнота каркаса зон-комплексов может варьировать, но в каждом крупном городе спектр их остается относительно стабильным. В структуре городского ландшафта Воронежа выделяются следующие зоны-комплексы: 1) селитебная; 2) промышленно-селитебная; 3) транспортная; 4) садово-парковая; 5) аквальная; 6) природно-селитебная с фрагментами естественной природы.

Зоны-комплексы рассредоточены неравномерно по всему городскому ареалу, образуя типологические группы. Например, промышленно-селитебные зоны-комплексы сложились в Коминтерновском, Железнодорожном, Левобережном и Ленинском административных районах.

Селитебная зона-комплекс занимает около 48% площади города при норме 57-72%. Она состоит из массивов многоэтажной (3-16) и малоэтажной (1-2) застройки. Многоэтажной застройкой занято 32-35% городской площади. Композиционный характер застройки квалифицируется как линейно-свободный, направления улиц: север-юг; запад-восток. Плотность населения

в многоэтажном массиве составляет от 240 чел/га в центральной части города и до 180 чел/га на окраине. Малоэтажная селитьба занимает около 15% площади города. На левобережье она сосредоточена хаотично, а на правобережье идет плотным кольцом по коренному склону и на юго-востоке соединяется с улицей Острогожской. Малоэтажные массивы застройки отличаются невысокой плотностью населения – от 120 чел/га в центре и до 40 чел/га на окраине.

Промышленно-селитебная зона-комплекс занимает около 1/4 части города, что почти на 7% превышает требования СНиП-75. Каркас зоны образует группа предприятий машиностроительной, химической, мебельной, энергетической, пищевой, строительной и некоторых других отраслей промышленности. Предприятия промзоны – основные стационарные поставщики техногенных ингредиентов в природную среду (атмосферный воздух, почвенный покров, водный компонент). Самый высокий процент застройки в промышленно-селитебной зоне-комплексе приходится на южную часть левобережья с радиусом санитарно-защитной зоны до 350 м. Преобладают строения в 5-6 этажей.

Транспортная зона-комплекс занимает в Воронеже 10,7% (по СНиП-75 норма составляет 9%). Магистралы общегородского уровня связывают центр с промышленными микрорайонами левобережья, а также левобережье и «спальные районы» юго-запада, севера города. Наиболее перегруженным остается центр города, где за год перемещается около 30-35 млн. человек.

Садово-парковой зоне-комплексу принадлежит только 4,9% площади городского ландшафта (при 17% по СНиП-75). Здесь выделяется 2 группы растительных сообществ: 1) созданные и управляемые человеком (парки «Орленок», «Алые паруса», Петровский сквер, Детский парк, дендропарк ВГЛТА, «Дельфин» и др.); 2) природоподобные (ЦПКиО, «Танаис» и др.). Часть насаждений садово-парковой зоны площадью 558,6 га отнесены к особо охраняемым природным территориям. В среднем по Воронежу на 1 человека приходится около 11 м² зеленых насаждений общего пользования, что на 65% ниже нормы. Превышение норматива зеленых насаждений существует только в Центральном районе (39,9 м²).

Аквальная зона-комплекс совпадает с границами Воронежского водохранилища. Основное назначение водоема – пополнение запаса подземных вод для питьевого водоснабжения, улучшение промышленного водоснабжения, использование в целях рекреации и орошения земель (12 тыс. га) агропредприятий. Расположение водохранилища в осевой части городской застройки создает специфическую гидробиологическую, гигиеническую, гидрохимическую среду водоема и околоаквального пространства. Уровень воды постоянно поддерживается на одной отметке – 93,0 м абс. высоты. Он не снижается даже в засушливые годы. За 37 лет эксплуатации водохранилища произошли изменения морфометрических параметров, заложенных в проекте: объем воды уменьшился с 204 до 199,3 млн. м³; площадь водного зеркала сократилась с 70 до 59,9 км²; средняя ширина сузилась с 2,0 до 1,7 км, а средняя глубина увеличилась с 2,9 до 3,3 м. Уровень водоема над меженивым уровнем воды в реке до заполнения у плотины поднялся на 7,8 м, у Чернавского моста – на 5 м, у санатория им. Горького – на 2 м [24].

Природно-селитебная зона-комплекс фрагментарно по периметру городской черты окружает областной центр. Массивы широколиственных лесов в основном тяготеют к правобережью Воронежского водохранилища (Воронежская нагорная дубрава, Шиловский лес), боры и суборы на левобережье – Усманский бор, на юго-западе рукотворные сосновые леса по левобережью Дона. Особенностью зоны является сочетание рекреационных стационарных учреждений (санаторий им. Горького, им. Дзержинского, Дон и др.), баз отдыха (Веневитиново, Дивноречье и др.), садовых товариществ и городских поселений (Сомово, Дубовка, Сосновка, Краснолесный).

Городским природно-техногенным образованиям (крупным городам) присущи такие общие черты, которые заметно отличают их от других управляемых геотехнических систем (например, горнорудных, транспортных, гидротехнических и др.).

Отличительные черты городских ландшафтов Воронежа

1. Города характеризуются существованием устойчивой тенденции расширения урбанизированного пространства и, как след-

ствие, «подавлением» иных нетехногенного генезиса ландшафтных комплексов. Только за последние 60 лет в Воронеже возникли новые жилые микрорайоны: Березовая Роща, Северо-Восточный, Юго-Западный, Северный, Ипподром, Военный городок («Красная шапочка»). Только за последние 40 лет с 1966 по 2006 годы городская черта изменялась трижды, «расплываясь» во все четыре стороны. Заключенная в границах городской черты Воронежского городского округа площадь сегодня составляет около 600 км².

2. Города выступают исключительно ресурсоемкими образованиями. Но особенно большие требования они предъявляют к энергии. Так, тепловая нагрузка для Воронежа в 2005 году возросла до 5713 Гкал/ч. Энергопоглощающую функцию города стимулирует, в первую очередь, беспредельный рост комфорта его жителей. Благоустройство всего жилищного фонда Воронежа в 2005 году по обеспеченности водопроводом достигало 98,2%, канализацией – 95,5%, центральным отоплением – 96,7% и горячим водоснабжением – 94,3%.

3. Города – это открытые природно-техногенные системы с нестабильным балансом вещества и энергии. По данным А.Т. Козлова, А.А. Васильева, А.Ф. Зайцева, Е.Г. Гашо [15] в Воронеже сжигается для промышленных целей в 1000 раз больше кислорода, чем успевают его генерировать зеленые насаждения города. А дефицит тепловой энергии по отношению к оптимальным потребностям достигает 900 Мвт.

4. Городская среда многократно больше испытывает загрязнение отходами производства, транспорта, жизнеобеспечения, чем другие поселения. Установлена прямая связь между загрязнением среды проживания и ростом числа заболеваний городских жителей болезнями промышленного загрязнения. Расчеты показывают, что «давление» загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, на городскую среду Воронежа в первой половине 90-х годов прошлого столетия колебалось от 46,6 до 99,4 т на кв. км. Согласно данным М.П. Ратановой, Л.И. Колбенева с соавт. [28] Воронеж отнесен ко второй, высокой степени экологической опасности для здоровья населения группе городов России. Воронежскими исследователями установлена экологическая обу-

словленность между степенью промышленного загрязнения города и многими «грозными» болезнями [20,36,37].

5. Города от всех других антропогенных комплексов, где человек живет, совершает трудовую деятельность и отдыхает, отличаются исключительно высокой плотностью населения. Плотность населения следует рассматривать как интегральный показатель трансформации природных ландшафтов. По плотности населения города резко контрастируют с сельскими ландшафтами. Даже в Воронежской хорошо и давно освоенной области плотность населения областного центра превышает среднюю плотность населения более чем в 100 раз.

Воронеж – город природных контрастов

При оценке экологических рисков для населения городов и выборе профилактических мероприятий существенную роль играют природные рубежи контрастности. Согласно исследованию А.И. Зырянова [12] ландшафтные рубежи контрастности оказывают значительное влияние на характер застройки, компоновку функциональных зон, формирование транспортных сетей, пространственную геометрию городов.

Эколого-гигиеническая характеристика Воронежа будет неполной, если не учитывать следующий ряд природных рубежей контрастности.

1. Контрастность места положения. Ее следует рассматривать в двух направлениях: контрастность географического положения; контрастность планировочного пространства.

Контрастность географического положения Воронежа заключается в том, что город находится в центре главного ландшафтного рубежа Русской равнины. По особенностям природы это уже не лесной север, но еще и не степной юг. Если следовать Л.С. Бергу [3], граница между зоной лесостепи и степи проходит рядом, по линии «Лиски-Новохоперск». Пограничное положение города влияет на неустойчивость атмосферной циркуляции, чередование сухих и влажных лет, открытых и лесных пространств природных зон, комплексность почвенного покрова.

На иные контрастные рубежи приходится обращать внимание при формировании планировочного пространства Воронежа.

Ведущую роль здесь играет сближенное расположение рек Дона и Воронежа. Именно в направлении устья Воронежа предполагалось развивать послевоенную застройку города. Движение Воронежа к месту слияния двух среднерусских рек было приостановлено сначала строительством на южных границах города негородской инфраструктуры, а затем и так называемых «острогожских садов». Городская застройка, таким образом, была вытеснена на север к границе рекреационной зоны, где Воронеж теперь практически достиг своего естественного рубежа.

2. Геолого-топографическая контрастность. Исторически Воронеж возник на стыке двух разных по геологическому строению структур. На западе, за Доном, находится Среднерусская возвышенность, а сам город расположился на краю Окско-Донской равнины. Верхнедевонские породы в виде зеленоватых глин, органиогенных известняков, серых песчаников и разноцветных песков, обнажающихся на семилукском берегу Дона, под городом опускаются на глубину до 80 м. Здесь они перекрыты песчано-глинистой толщей древнеаллювиальных отложений неоген-четвертичного времени.

Находясь в границах Кривоборского неотектонического прогиба, территория городской черты на юге обособляется Малышевским поднятием. С ним в южной части правобережья связана самая высокая топографическая отметка, равная 168,2 м над уровнем моря. Остальная часть территории Воронежа приурочена к абсолютным высотам на 20-40 м ниже максимальной.

Топографические различия местности особенно заметны между правым и левым берегом Воронежского водохранилища. Крутой (до 40 м) изрезанный древними балками Ботаническая, Чернавская, Стрелецкая, Чижовская, Грачиная долины склон правобережья резко контрастирует с низким полого поднимающимся в сторону Новой Усмани левым берегом.

3. Микроклиматическая (внутригородская) контрастность. Городу присущ свой микроклимат, характеризующийся внутригородской дифференциацией. Многолетние наблюдения за микроклиматом Воронежа позволяют установить температурные различия в теплый период года между застроенной частью и пригородной незастроенной территорией, а также между правым берегом и левобережьем.

В центре города среднемесячная температура воздуха на 1-3 градуса Цельсия выше, чем в пригородной зоне, а правобережная часть Воронежа значительно теплее левобережной. В вечерние часы средние значения разности могут достигать 2 - 3 градусов [22].

Летними исследованиями 1994-1996 гг. при участии студентов факультета географии и геоэкологии ВГУ установлены существенные контрасты микроклиматических элементов. Анализ дневного хода температур воздуха и его влажности показывает заметную связь с особенностью планировочной структуры Воронежа, плотностью и этажностью застройки, направлением улиц, характером субстрата, озеленением.

Особую микроклиматическую ситуацию создает водохранилище. Установлен бризовый режим циркуляции воздуха, который наиболее определенно регистрируется в левобережной части города. Отмечено, что в тех местах, где улицы (Переверткина, Гаршина, Ильича, Мопра, Нижняя, Ленинский проспект) ориентированы параллельно береговой линии водохранилища, здания экранируют распространение бриза от водоема и, тем самым, регистрируется повышение температуры воздуха на 0,5 градусов по сравнению со средними значениями ее на эталонных метеостанциях города. Иной эффект бриза проявляется в системе «распахнутых» к водохранилищу улиц (Калининградская, Клары Цеткин, Нариманова, Панфилова, Остужева, Рокоссовского, Зои Космодемьянской, Осоавиахима, Тельмана, Порт-Артурская, Серова, Брусилова), где средние значения дневных температур на 0,5 - 0,7 градусов ниже, чем на эталонных метеостанциях города.

Ход относительной влажности показывает ее согласованность с ходом температур. Высокие (60-80%) значения влажности отмечались вблизи водоема (набережная Чуева и набережная Авиастроителей) и в парках «Дельфин», «Алые паруса». Минимум относительной влажности (27%) был зарегистрирован на станции «Придача».

Установлена общая закономерность в величине относительной влажности левобережья города – высокоэтажная застройка характеризуется более низкими значениями, чем промышленные зоны.

Исследование дневного хода температуры воздуха в различных функциональных массивах города показывает их превыше-

ние над средними значениями измерений метеостанций города на 0,4 - 0,7 градусов. Исключением являются парки города («Агро-университет», «Кольцовский», ЦПКиО), где температура на 0,2 - 2,0 градусов ниже температуры эталонных станций.

Самыми «разогретыми» частями оказались массивы центра. Так, на перекрестке улиц Кольцовская и Плехановская температура воздуха на 4,0 градуса выше средней, а на площади Ленина – на 2,0 градуса выше средней.

Особый интерес представляют наблюдения (1982-1987 гг.) за распределением снежного покрова в границах городской застройки. Исследованиями были охвачены все основные функциональные массивы города. Выявлены следующие закономерности в распределении твердых осадков в городской среде. Максимум накопления снега (200 мм) отмечен на правом берегу (ул. Платонова – 9-е Января – Кольцовская – Урицкого – Транспортная – Жилина). К северу, западу и югу от этой границы количество снега уменьшается до 100-120 мм. Минимум (80-100 мм) получает набережная водохранилища и правый долинный склон р. Воронеж.

На левобережье максимум снега (140-160 мм) приходится на северную и южную части, минимум (100-140 мм) зарегистрирован в центральной.

4. Внегородская климатическая контрастность. Воронеж находится в области умеренно-континентального климата. Вблизи города проходит гребень повышенного давления (ось Воейкова), выступающей границей ветрораздела. Над городом преобладают в течение всего года ветры западных направлений, а также юго-восточные и юго-западные, смягчающие суровость зимы, и северные и северо-восточные, умеряющие летнюю жару. В районе Воронежа в течение года прослеживаются элементы муссонной циркуляции. При средней скорости ветра 3,8 м/с в нижней тропосфере создаются благоприятные условия для рассеивания газо- и пылезагрязняющих ингредиентов. Шквалистые ветры до 25 м/с нередко посещают городскую территорию. В июле-августе город «накрывают» суховеи, что провоцирует летний листопад. Многолетние наблюдения подтверждают нарастание среднегодовой температуры, увеличение качества атмосферных осадков и сокращение сроков холодного периода.

5. Флористическая контрастность. Для городской черты Воронежа она особенно резко проявляется на севере и северо-востоке. Именно здесь городская застройка достигла своего предела. Воронежская нагорная дубрава и Усманский бор выступают естественным препятствием расширения города в северном направлении. Еще недавно градостроители могли рассчитывать на проектирование коттеджных зон застройки в разрывах леса вблизи хутора Ветряк и окрестностей аэропорта. Но спешная передача свободного пространства в 90-х годах под коллективные сады лишила частично их такой возможности. Рост города на север за счет ликвидации лесных массивов, имеющих большое рекреационное и эколого-гигиеническое значение – нереальная перспектива. Первая попытка «проникнуть» на территорию Усманского бора при реконструкции обхода города Воронежа автомагистралью «Москва-Ростов» была летом 1996 года обоснованно отклонена экологической экспертизой Управления по экологии и природопользованию Воронежской области.

Значительный резерв планировочного пространства на севере Воронежа может возникнуть в отдаленной перспективе в случае переноса аэропорта в пограничную зону Воронежской и Липецкой областей.

Растительный покров застроенной части города отличается неустойчивостью к техногенным воздействиям и потерей способности природных сообществ к самовозобновлению. Именно это и стало главной причиной господства в границах города фитоценозов, состоящих из рудеральных видов. Доминируют формации мятликовая, пырейная, одуванчиковая, птичьегорцевая, циклахиновая, полынная. Исследованиями установлена связь морфологической структуры фитоценозов с геодинамическими процессами, почвенными разностями и микроклиматом; а видовой насыщенности, проективного покрытия и ярусной структуры - с функциональным назначением массивов города.

Фитоценозы промышленных предприятий независимо от их топографической принадлежности имеют общее проективное покрытие 35-50%, видовую насыщенность 4-7 видов, из которых 85% рудеральных. Из растительных ассоциаций преобладают маревомятликовая, подорожничково-костровая, циклахиновая, подорожничково-осотовая и пырейно-чертополоховая.

Элементарное фитоценоотическое строение имеют городские свалки. Проективное покрытие растений составляет около 10%, а видовой состав представлен циклахеной дурнишникомлистной и незначительным участием чертополоха курчавого, лопуха паутинистого.

Самая сложная структура растительных сообществ города наблюдается в зонах малоэтажной селитьбы. Видовая насыщенность здесь поднимается до 8, а проективное покрытие увеличивается до 60%. В городских ландшафтах малоэтажной застройки произрастают одуванчико-кострово-мятликовая, кострово-типчакковая, одуванчико-пырейная, пырейно-костровая и птичьегорцево-полынная ассоциации. В высокоэтажных микрорайонах Воронежа доминируют несколько иные ассоциации – пастушьесумково-пырейная, клеверо-мятликовая, подорожничково-пырейная.

Природоподобные растительные сообщества сконцентрированы в садово-парковых массивах. Древесно-кустарниковый состав их упрощен. В травянистом покрове чаще других видов произрастает мятлик узколистный, пырей ползучий, костер безостый, одуванчик лекарственный, горец птичий.

Безраздельное господство в составе травянистой флоры сорных растений – показатель неудовлетворительной работы жилищно-коммунальных служб Воронежа и низкой общей культуры горожан.

6. Ландшафтно-типологическая контрастность. Воронеж относится к числу городов, в границах которого получили распространение основные характерные ландшафты Центрального Черноземья на уровне местностей.

Плакорные местности занимают центральную часть Доно-Воронежского междуречья. В целом ровная, слегка волнистая из-за внедряющихся сюда верховьев балок поверхность благоприятна для городского строительства. Единственным негативным моментом здесь выступает суффозия. Песчано-глинистые породы плакоров провоцируют образование верховодки, в том числе из-за утечки воды из городских коммуникаций. Переизбыток увлажнения грунтов приводит к появлению просадок и даже провалов, что может угрожать деформациями сооружений [22].

Склоновые местности приурочены к правому долинному склону р. Воронеж. Возвышающийся над урезом воды водохранилища на 57 м крутой склон расчленен системой коротких логов, между которыми образуются уступы в виде Чернышевского и Бархатного бугров, Университетской и Мясной горы.

Террасовые местности в городе распространены на левобережье и на юго-западной окраине Воронежа, обращенной к Дону. Застроены лишь первые две песчаные террасы Левого берега. Песчаные и песчано-глинистые грунты террас переработаны ветром и водной эрозией. Вот почему микроформы рельефа в виде котловин выдувания, бугров, гряд, ложбин и овражно-балочных углублений здесь обычное явление.

Аквальная местность совпадает с зеркалом воды водохранилища, которое представляет собой мелководный водоем руслового типа. Водная гладь водохранилища резко контрастирует с наземными комплексами обоих берегов.

Существование в городе различных по морфологической структуре ландшафтов, таких как плакоры, склоны, надпойменные террасы, а теперь и водного зеркала водохранилища на месте поймы открывает перед градостроителями исключительно благоприятные возможности реализовать идеи ландшафтной архитектуры.

Природные ресурсы жизнеобеспечения населения

Повседневный комфорт жизни современного горожанина определяется многими факторами.

Водопользование. Уровень обеспеченности населения города питьевой водой является важнейшим показателем бытового комфорта. Ежесуточное потребление питьевой воды на 1 жителя Воронежа достигло 250-270 л против 75 л в 1965 г. Однако недостаток качественной питьевой воды испытывают жители Советского, Центрального и Левобережного административных районов. Несмотря на то, что всеми водоподъемными станциями в 1995 г. подавалось около 500 тыс. куб. м воды в сутки, дефицит ее составлял 100-150 тыс. куб. м. Наши расчеты показывают, что ликвидировать существующий недостаток воды на 80% следует не за счет эксплуатации новых источников пресной воды, а предотвращением её потерь из систем водоснабжения. Только изношен-

ность разводящей сети Воронежа приводит ежегодно к 800-900 авариям. Дополнительно в канализацию преднамеренно сливают около 300 куб. м «горячей» воды в сутки из-за неисправности циркуляционных насосов на городских станциях теплоснабжения.

Важнейшей проблемой для Воронежа является качество питьевой воды. Этот вопрос был достаточно остро поставлен А.А. Дубянским уже в 30-е годы прошлого столетия. Он отмечал, что вода плиоцен-четвертичного горизонта подвержена загрязнению оксидом азота, хлором, имеет высокую жесткость [8]. Обеспечить воронежцев качественной питьевой водой он предлагал путем освоения глубинных девонских горизонтов.

В настоящее время слабая защищенность основного поверхностного водоносного горизонта от проникновения загрязняющих веществ привела к тому, что подаваемая водозаборами города питьевая вода не отвечает ГОСТу [32,36].

Рекреационные ресурсы. Вместе с ростом численности населения Воронежа растет потребность в рекреационных услугах. Только на р. Усмань за май-сентябрь отмечается около 17-20 млн. человеко-выходов. Чрезмерная нерегулируемая нагрузка отдыхающих на ландшафт приводит к его разрушению, снижению эстетической выразительности.

Предупредить рекреационную дигрессию ландшафта в лесопарковой зоне Воронежа будет возможно, если удастся создать регулируемый ландшафтно-рекреационный парк от городской черты на юге до административных границ с Липецкой областью на севере, по р. Усмань на востоке и юго-востоке и по р. Дон на западе.

2.2. Источники и факторы техногенного воздействия на городскую среду

Современная градостроительная инфраструктура

Современный Воронеж - индустриально-развитый город, включающий шесть административных районов. В правобережной части расположены Центральный, Ленинский, Коминтерновский и Советский районы, на левом берегу Воронежского водохранилища - Левобережный и Железнодорожный. В центральной

части города наибольшее развитие получили административно-селитебные зоны застройки преимущественно 50-60-х гг. прошлого века, которые окружены прерывистым кольцом промышленных предприятий. С 70-х годов начало формироваться внешнее функциональное кольцо, представленное жилыми микрорайонами. В настоящее время непосредственно застройкой занято около 20 тыс. га. Жилой фонд составляет около 16,5 млн. кв м жилой площади, 80% которой приходится на многоэтажную, а 20% - на низкоэтажную застройку.

В структуре города довольно отчетливо прослеживается общественно-деловой центр, в то же время общественные подцентры левобережья, юго-западного и северного секторов города выражены слабо, хотя и образуют локальные «ядра» городской общественно-деловой застройки.

В то же время разветвленная и насыщенная городская инфраструктура, многочисленные промышленные предприятия машиностроительного, нефтехимического, энергетического профилей, загруженные автомагистрали и железнодорожное полотно, пересекающее как в широтном, так и в меридиональном (по левобережью) направлениях территорию города, создают предпосылки эколого-гигиенического неблагополучия. Наличие многочисленных низких источников вредных выбросов в атмосферный воздух преимущественно в трех промышленных районах города в сочетании с транспортной загруженностью создают потенциальную угрозу опасного загрязнения среды.

На территории города исторически сложилось несколько промышленно-производственных комплексов. Одним из крупнейших является левобережный промышленно-производственный район (куст промышленных объектов, включающий ТЭЦ-1, заводы по производству синтетического каучука, шинный, авиационный). К другому крупному промышленному району относится Коминтерновский промышленный район (заводы преимущественно машиностроительного и радиотехнического профиля). В течение периода послевоенной застройки города промышленные районы и коммунально-складские зоны оказались поглощенными городской застройкой, а большинство жилых микрорайонов в настоящее время находятся в зоне влияния производственных объектов.

Крупные автомагистрали, пролегая через плотно заселенные микрорайоны, в большинстве случаев не только не соответствуют современным нормативам транспортной инфраструктуры в городах, но не в состоянии обеспечить достаточную пропускную способность, надежную защиту населения, проживающего вблизи крупных автомагистралей, от выхлопных газов и шума. Положение в последние годы особенно обострилось в связи с огромным числом личного автотранспорта и маршрутных такси, буквально «наводнивших» город.

Суммарный объем выбросов от автотранспорта в последние 5 лет превышает 100 тыс. тонн ежегодно. Безусловно, предприняты некоторые меры по снижению токсичности выбросов - перевод на газообразное топливо и запрет реализации этилированного бензина. Однако, к территориям высокого загрязнения по-прежнему относятся районы Московского и Рабочего проспектов, улиц Матросова и Острогжская, Героев Стратосферы вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» и ТЭЦ-1.

Причина высокого загрязнения атмосферы помимо загруженности автотранспортом магистралей города кроется в низком качестве дорожного покрытия, отсутствии надлежащего озеленения, приближенности зоны жилой застройки к проезжей части, т.е. невыполнении современных градостроительных нормативов.

Анализ проблем градостроения города свидетельствует о том, что слишком плотная застройка продолжает наращиваться без адекватного развития инженерно-транспортной инфраструктуры, что приводит к ухудшению эколого-гигиенического состояния жилых микрорайонов и рекреационного потенциала пригородной зоны. Северный микрорайон разрастается, постепенно наступая на зеленую зону - северную дубраву, разделяющую аэропорт и городскую застройку. Необходима продуманная система перспективной застройки города, а основными проблемами в области градостроения являются следующие:

- явная диспропорция в развитии функциональных зон города (с одной стороны, интенсивная застройка по ул. 9-е Января - А. Овсеенко, Ломоносова, Московский пр-т - Шишкова, Рижская - Димитрова, а, с другой, - отставание наполнения её необходимой социально-бытовой инфраструктурой - сетями водотеплоснабжения, школами, детскими садами, зонами отдыха и т. д.);

- застройка преимущественно «староосвоенной» центральной части города, вырубка зеленых массивов без адекватных природоохранных компенсационных мероприятий;

- расширение многоквартирной застройки коттеджного типа в частном секторе без реконструкции инженерных коммуникаций (возрастание числа жителей обостряет транспортную проблему, ведет к дефициту питьевой воды, а чрезмерная и хаотичная застройка склонов правобережья водохранилища потенциально опасна из-за оползневых процессов);

- бессистемное размещение автозаправочных станций, объектов автосервиса, автостоянок иногда без согласования необходимых санитарно-защитных зон, следствием чего является повышенный риск экологически обусловленных заболеваний населения.

Таким образом, одной из главных проблем городской инфраструктуры является проблема сильной загруженности улично-дорожной сети и отсутствие резервных площадей для перспективного развития городской застройки. Развитие на юг ограничено 30-ти километровой санитарной зоной Нововоронежской АЭС, расширение застройки в северном направлении лимитировано ландшафтно-рекреационными комплексами, в частности, Воронежской дубравой, в западном направлении расширение застройки нецелесообразно вследствие пойменных земель долины Дона, вплотную подходящих к черте города. В соответствии с концепцией территориально-градостроительного развития г. Воронежа (1996) и Генпланом г. Воронежа (2006) развитие города (жилого фонда) намечено по двум направлениям: 1) на свободных от застройки территориях, занятых в основном сельскохозяйственными угодьями, 2) реконструкция ветхих и малоценных строений с модернизацией массовых серий 50-х годов XX века. Кроме того, небольшие площади для застройки жилыми зданиями будут изысканы при выносе из центральной части города отдельных промышленных предприятий.

Проектом Генплана г. Воронежа (2006) дополнительно предлагается освоение под жилищно-гражданское строительство нескольких новых районов, имеющих следующую территориальную емкость: 1) Северное направление (район Агроуниверситета — 153 га), 2) Юго-западное направление (район Шилово — 620

га и аэродром — 700 га), 3) Восточное направление (п.Отрадное —1219 га), 4) Северо-западное направление (намыв в пойме р. Дон, а также районы «Подгорное» и «Пески» —1465 га). При этом в качестве перспективных территориальных ресурсов в проекте рассматриваются площадки «Отрадное» и «Пойма Дона», примыкающие к городской черте. Общая площадь всех территориальных резервов по данным проекта составляет 5993 га, на которых разместится 29,0 млн. кв. м общей площади жилищного фонда, что позволит повысить средний уровень жилищной обеспеченности с 21,4 до 30 м²/чел.

Для снижения техногенного давления на окружающую среду и население города в перспективе целесообразно расширить санитарно-защитные зоны отдельных промышленно-транспортных объектов, вывести за пределы города асфальтобетонные заводы, ряд автотранспортных предприятий, увеличить количество многоуровневых автостоянок, удаленных от жилых массивов на безопасное расстояние. В перспективном градостроительстве, видимо, следует ориентироваться на расширение пешеходных зон и ограничение движения транзитного транспорта в центральном секторе города; проектирование подземных переходов на автомагистралях и сокращение остановок на светофорах; оснащение объектами соцкультбыта перспективных, но отдаленных микрорайонов - ВАИ, Агроуниверситета, Северо-Восточного; ограничение застройки зоны рекреации; повышение качества санитарной очистки города отдаленных жилых микрорайонов.

Наличие рассредоточенной разноэтажной застройки с элементами совмещения селитебной, промышленной и транспортной инфраструктуры без четкого градостроительного зонирования приводит к формированию очагов техногенного загрязнения городской среды обитания.

Источники техногенного загрязнения

Основными источниками антропогенного загрязнения города являются промышленные предприятия, автотранспорт, инженерные сети, коммунальные и энергетические объекты, строительные и отделочные материалы, применяемые при возведении

зданий.

Индустриальная база Воронежа представлена в основном объектами теплоэнергетики, а также предприятиями машиностроения, химической, пищевой и строительной индустрии. Суммарно промышленно-коммунальные зоны составляют 7,2% от общей территории застройки города.

На территории города исторически сложилось несколько промышленно-производственных комплексов. Крупнейшим из них является Левобережный промышленный район, включающий ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Амтел-Черноземье», АООТ «ВАСО», ДАОЗТ «Воронежстальмост». К числу достаточно крупных промышленных комплексов относятся Коминтерновский (ОАО «ВЭКС», АО «Электросигнал», АО «Воронежтяжмехпресс» и др.), Северо-Восточный, Юго-западный и Южный промышленные узлы. Быстро формируются новые промышленные узлы в пос. Придонской, на проспекте Патриотов, в южной части Левобережного района. Причем ранее построенные на окраине Воронежа промышленные предприятия в результате активного городского развития оказались в городской черте. Дисперсные включения коммунально-складских и производственных участков в городскую структуру создают ситуацию, в которой практически все жилые территории находятся в зоне их влияния, а около 8000 жителей до сих пор проживают в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий, что недопустимо в соответствии с действующими санитарно-гигиеническими нормативами [6,7].

Основным загрязнителем городской среды Воронежа является автотранспорт. Если в 70-х годах прошлого века доля загрязнений, привносимых автотранспортом в атмосферу, составляла менее 13%, то в настоящее время, она достигает около 82% и продолжает нарастать. По данному показателю город Воронеж входит в число сильно загрязнённых городов России. В отличие от промышленных выбросов, распространение которых происходит на довольно значительной высоте либо в некотором удалении от жилой застройки, выбросы автотранспорта находятся в приземном слое вблизи жилых и общественных зданий, что значительно повышает их потенциальную опасность для здоровья населения. Самыми загазованными оказываются узкие улицы с

высокими зданиями, на которых рассеивание выбросов затруднено, и выхлопные газы концентрируются в зоне дыхания пешеходов.

По данным Управления по охране окружающей среды администрации городского округа г. Воронеж в 2007г. количество единиц автотранспорта составило 231,3 тыс. автомобилей. Из них количество автомобилей индивидуальных владельцев – 205,7 тыс., что составляет 91% от общего количества автомобилей.

Рост количества автотранспорта за последнее десятилетие осуществляется в основном за счет роста автомобилей индивидуальных владельцев. С ростом числа автомобилей увеличивается валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников (табл. 2.1). В 2003 и 2004 гг., в связи с изменениями в налоговом законодательстве было произведено списание большого количества автотранспорта, что объясняет относительное снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу над городом в указанный период. Однако, начиная с 2005 года (выбросы в атмосферу составили 135,478 тыс. тонн.) вновь наблюдается увеличение валовых выбросов от автотранспортных средств, что связано с быстрым ростом парка городских автомобилей, низким техническим уровнем и значительным амортизационным износом эксплуатируемого подвижного состава, не оборудованного нейтрализаторами отработавших газов, загруженностью основных магистралей города вследствие недостаточного развития улично-дорожной сети, низким качеством дорожного покрытия. Среди позитивных тенденций в то же время можно отметить снижение валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников загрязнения, наблюдавшееся в 2006-2007 годах благодаря увеличению доли новых автомобилей среди личного автотранспорта.

Таблица 2.1

Динамика валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников

Показатели	Годы					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007

Количество авто-транспорта, зарегистрированного в г. Воронеже, единиц	219847	204368	214213	226368	218857	231346
Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников, тонн	135000	126106	132175	135478	102179	114634

На втором месте по объёму выбросов – объекты теплоэнергетики – ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, а также многочисленные мелкие котельные, работающие на природном газе. На третьем месте по вкладу в аэрогенное загрязнение находятся другие промышленные объекты. В выбросах предприятий машиностроения, приборостроения, строительной индустрии, химической, лёгкой и пищевой промышленности обнаружено более 300 различных вредных для здоровья населения веществ и соединений, среди которых – тяжёлые металлы, канцерогены, аллергены и тератогены.

Ежегодно в атмосферу города выбрасывается более 150 тонн вредных веществ, а общее количество стационарных источников загрязнения атмосферы – около 12000.

Самым неблагоприятным районом по суммарному объёму промышленных выбросов является Левобережный район города. Только ТЭЦ-1 (ВОГРЭС) ежегодно выбрасывает в воздушную среду города до 3339,018 тонн загрязняющих веществ. В выбросах ОАО «Воронежсинтезкаучук», достигающих 546,346 тонн/год, содержатся токсичные органические вещества, в числе которых стирол, толуол, олигомеры бутадиена, обладающие канцерогенным эффектом. В целом на долю Левобережного района приходится 36,2% от общего объёма воздушных выбросов промышленности города.

Вторым наиболее весомым «вкладчиком» в загрязнение воздушной среды города является Коминтерновский промышленный район, доля которого составляет почти четверть объёма промышленных выбросов (24,0%), на третьем месте – Советский район (14,6%) и Железнодорожный район (13,8%). На долю Ленинского района приходится 8,5% выбросов, а Центральный район является минимальным вкладчиком в загрязнение атмосферы, постав-

ля в воздушный бассейн около 2,9% выбросов от стационарных источников.

Низкое качество воздушной среды характерно для наиболее напряжённых городских магистралей города и примагистральных участков, в числе которых Московский пр-т, Ленинский пр-т, ул. 9-е Января, ул. Ворошилова и др. Наивысшая степень загрязнённости наблюдается на участках улиц, имеющих значительные уклоны (Петровский спуск, ул. Степана Разина, участки ул. 20-летия Октября на спуске к ВОГРЭСовскому мосту, ул. Грамши), а также на пересечении наиболее «оживлённых» улиц города (пересечение ул. 9-е Января и Машиностроителей, ул. Кольцовской и Плехановской, участок между перекрёстками улиц 20-летия Октября, ул. Кирова и ул. Ворошилова, ул. Кольцовская и др.).

Относительно благополучными по состоянию воздушной среды могут быть признаны Северный жилой район и жилая зона в микрорайоне «Березовая роща – Агроуниверситет». Эти преимущественно «спальные» микрорайоны лишены промышленных узлов; кроме того они характеризуются хорошими условиями самоочищения: в первом случае удачно расположение района относительно промышленных зон как по рельефу, так и ветровому режиму (вне зоны промышленного воздействия), во втором – доминирующую роль в состоянии среды играют зелёные насаждения, в которые «встроена» застройка. Запылённость воздуха снижается и над гладью Воронежского водохранилища, которое меняет биоклиматические параметры воздушной среды на локальном уровне и является естественным проводником воздушных масс со стороны северных лесных массивов.

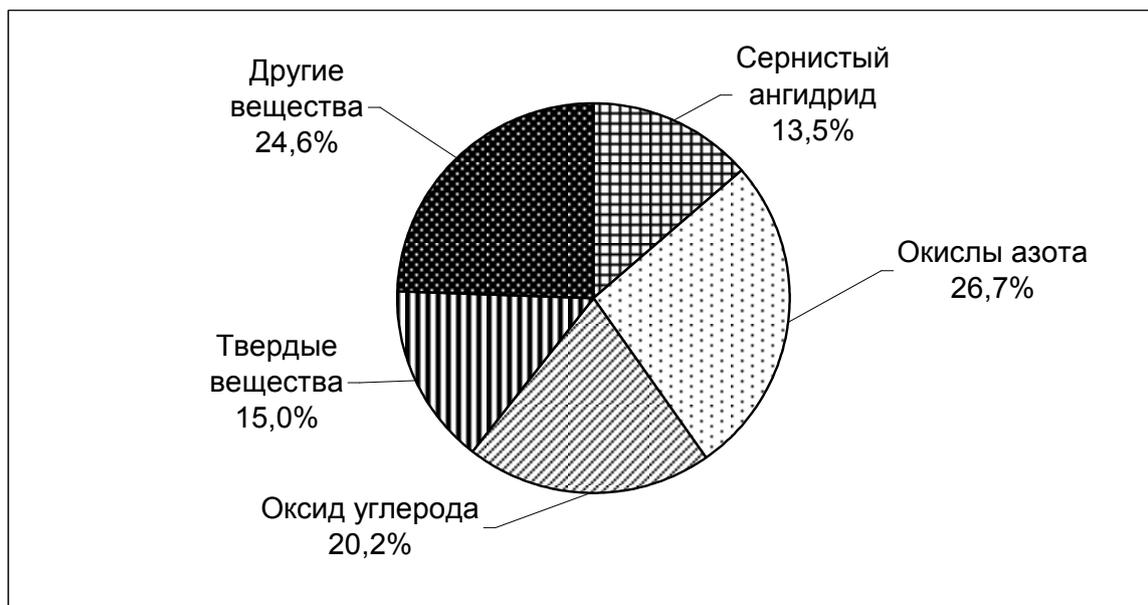
Как и в любом исторически сформировавшемся городе, в Воронеже идёт активное преобразование природной основы и ландшафтов, существенно меняющее морфологическое строение, физико-химические и биохимические свойства почв и грунтов.

Все городские земли представлены двумя категориями. В первую категорию входят земли с малоизменённым почвенным покровом, с достаточно высоким уровнем продуктивности, большая часть которых находится в городской черте на незастроенных территориях. Вторую категорию представляют земли в застроенной части города – общий техногенный покров, не обладающий биологической продуктивностью. В ходе изучения со-

стояния почв Воронежа, осуществляемого специалистами Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области и исследований учёных Воронежского госуниверситета, выявлено загрязнение почвогрунтов тяжёлыми металлами (медь, цинк, марганец, кадмий, никель, кобальт, свинец, хром) в количествах, превышающих ПДК, на отдельных, в основном примагистральных участках. В наиболее неудовлетворительном состоянии – земельные участки, примыкающие к улицам с активным движением легкового и грузового транспорта.

Разветвленная и насыщенная инфраструктура, многочисленные предприятия нефтехимического, машиностроительного, энергетического профилей, загруженные автомагистрали и железнодорожное полотно, пересекающее территорию города, создают предпосылки эколого-гигиенического неблагополучия. Причем, существенное влияние на экологическую обстановку оказывают автотранспортные магистрали с интенсивным движением и внутри городской застройки. По данным Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области превышение нормативов загрязнения атмосферы устойчиво прослеживаются по 4 автомагистралям (Ленинский пр-т – ул. Остужева; ул. Матросова – ул. Острогжская; Московский пр-т – Рабочий пр-т; ул. Студенческая – ул. Кольцовская) и составляют: по диоксиду азота - от 1,9 до 3,4 ПДК; по диоксиду серы - от 1,1 до 1,4 ПДК; по фенолу - от 1,5 до 4,4 ПДК [7].

Основными загрязнителями городской атмосферы считаются сернистый ангидрид, на долю которого приходится 24% от общего объема выбросов, оксид углерода и диоксид азота (по 23,5%), пыль неорганическая (16%). Суммарный объем выбросов поллютантов от автотранспорта в настоящее время превышает



выбросы от стационарных источников в 7 –12 раз ежегодно, в т. ч. по диоксиду азота – в 2,6 раз, а по оксиду углерода - в 28 раз.

Рис. 2.1. Загрязнение атмосферы стационарными источниками

Структура загрязнения атмосферы стационарными источниками показана на рисунке 2.1, а приоритетные промышленные вкладчики в загрязнение городской среды - в таблице 2.2, отражающей кадастр промышленных предприятий города, составленный по фондовым данным Управления по охране окружающей среды администрации городского округа г.Воронеж и опубликованным источникам литературы [34].

Таблица 2.2

Кадастр основных промышленных предприятий г. Воронежа

№ п/п	Наименование предприятия	Класс вредности	Валовый-выброс ЗВ* в атмосферу, т/год	% от общего выброса ЗВ* в атмосферу
1	ТЭЦ-1 АО «Воронежэнерго»	1	3339,018	33,89
2	МП Воронежтеплосеть	1	808,543	8,21
3	ОАО «Амтел-Черноземье»	1	727,357	7,38
4	ОАО «Воронежсинтезкаучук»	1	546,346	5,55
5	АООТ «ВАСО»	1	343,222	3,48
6	ТЭЦ-2 АО «Воронежэнерго»	1	306,584	3,11
7	Тепличное КП «Рубикон»	2	217,484	2,21
8	ТОО «Воронежский керамический завод»	2	194,667	1,98
9	Дирекция стр. ВАСТ	2	190,398	1,93
10	ДАОЗТ «Воронежстальмост»	2	183,875	1,87
11	ООО КПД-2 «ДСК»	2	142,321	1,44
12	АОЗТ Воронежский комбинат строительных материалов	2	111,539	1,13
13	АО «Воронежсельмаш»	2	108,599	1,10
14	Вагоноремонтный завод им.Тельмана	2	105,478	1,07
15	ООО ПУФ «Флатер»	2	103,495	1,05
16	ГП Воронежский механич. завод	1	102,105	1,04
17	Завод им. Дзержинского	2	101,408	1,03
18	ГП Отрожская дистанция гр. соор.	2	89,537	0,91
19	ОАО «Видеофон»	2	86,884	0,88

№ п/п	Наименование предприятия	Класс вредности	Валовый-выброс ЗВ* в атмосферу, т/год	% от общего выброса ЗВ* в атмосферу
20	«Воронежтеплосеть», кот. СВР	4	71,237	0,72
21	АО «Воронежхимфарм – время»	1	69,307	0,70
22	«Воронежтеплосеть»	1	68,106	0,69
23	ОАО «Рудгормаш»	2	65,888	0,67
24	АО «Воронежтяжмехпресс»	2	63,315	0,64
25	ДСФ-3 АО «Дорстрой»	3	61,765	0,63

Продолжение таблицы 2.2

№ п/п	Наименование предприятия	Класс вредности	Валовый-выброс ЗВ* в атмосферу, т/год	% от общего выброса ЗВ* в атмосферу
26	Графский хлебозавод МПС	4	54,174	0,55
27	АО «Графское»	2	50,636	0,51
28	Финист-парфюмер	4	45,377	0,46
29	ТОО «Теплостанция»	2	44,941	0,46
30	АООТ СПЗ Водмашоборудование	2	39,433	0,40
31	Локомотивное депо Отрожка ЮВЖД	2	39,175	0,40
32	АО «Пивзавод Воронежский»	2	36,557	0,37
33	ОАО «Электроприбор»	2	35,143	0,36
34	АООТ Хлебозавод №2	3	34,728	0,35
35	ОАО «ВЭКС»	2	34,634	0,35
36	АО «Электросигнал» з-д «Сигнал»	2	33,702	0,34
37	АООТ Завод ЖБИ-2	2	32,446	0,33
38	ОАО «Партнер 555»	4	32,320	0,33
39	АООТ Хлебозавод №7	3	32,291	0,33
40	ОАО «Тобус»	3	29,800	0,30
41	АООТ Агростройдеталь	3	27,947	0,28
42	ОАО МК «Воронежский»	3	27,821	0,28
43	АО «Мебель Черноземья»	2	26,243	0,27
44	Локомотивное депо Воронеж-Курский, котельная	3	26,004	0,26
45	ФНПЦ ЗАО НПК (О) «Энергия»	2	25,442	0,26
46	ВФ НИИСК		25,423	0,26
47	КЦ Комплект АООТ «Спецтрест3»	3	24,276	0,25
48	ОАО ДСК ДОЗ (пос. Придонской)	4	22,228	0,23

49	ГП Вагонное депо Отрожка	2	19,469	0,20
50	ОАО Хлебозавод №1	3	19,454	0,20
51	«Воронежтеплосеть», кот. ВКБР	1	19,400	0,20
52	Ст. Отрожка ЮВЖД	4	18,520	0,19
53	«Воронежтеплосеть», кот. Ботан.	1	17,442	0,18
54	Комбинат «Красное знамя»	3	17,149	0,17
55	«Воронежтеплосеть», котельная 7 инфекционной больницы	1	16,559	0,17
56	ОАО Хлебозавод №6	4	16,530	0,17
57	ООО «Ален»	4	15,736	0,16
58	АО «Крекер»	4	15,425	0,16

Продолжение таблицы 2.2

№ п/п	Наименование предприятия	Класс вреднос- ти	Валовый- выброс ЗВ* в ат- мосферу, т/год	% от об- щего вы- броса ЗВ* в ат- мосферу
59	АГК Электрон	4	14,942	0,15
60	АООТ Воронежвтормет	4	14,220	0,14
61	«Пром-нефть-сервис»	4	14,034	0,14
62	АО Мукомольный комбинат	4	13,984	0,14
63	АООТ Хлебозавод №5	4	13,367	0,14
64	АООТ «Воронежская кондитерская фабрика»	4	12,839	0,13
65	АО «Полюс»	1	12,405	0,13
66	МП ПАТП №5	4	12,305	0,12
67	АООТ Комбинат мясной Воронеж- ский	3	12,237	0,12
68	Завод монтажных заготовок ЮВСТМ	4	12,016	0,12
69	АО ВЭКЗ	3	11,676	0,12
70	КБХА химзавод	1	11,627	0,12
71	ГП Воронежская дист. гражд. соор.	3	11,509	0,12
72	АООТ Воронежавтодор КЦ	4	10,844	0,11
73	ОАО «Автоген»	4	10,804	0,11
74	ООО ВЗСП «Озеро»	4	10,697	0,11
	Всего		9364,409	95%

**) ЗВ – загрязняющие вещества (средний валовый выброс за последние 5 лет).*

В кадастр включены объекты, поставляющие около 95% вы-

бросов загрязняющих веществ (**ЗВ**) в атмосферу. Эти объекты формируют и загрязнение почвы, которая служит индикатором загрязнения атмосферы за многолетний период, отражая кумулятивный эффект аэрогенного загрязнения городской среды обитания.

По данным кадастра источников загрязнения на территории города расположено более 10 промышленных предприятий первого класса вредности, около 25 – второго и около 40 предприятий – более низкого класса вредности.

Таким образом, приоритетными вкладчиками в загрязнение воздушного бассейна города являются ТЭЦ-1 АО «Воронежэнерго» – 33,89% от общего объема выбросов по городу; МП «Воронежтеплосеть» – 8,21%; ОАО «Амтел-Черноземье» – 7,38%, ОАО «Воронежсинтезкаучук» – 5,55%; АООТ «ВАСО» – 3,48%; ТЭЦ-2 АО «Воронежэнерго» – 3,11%; Тепличное КП «Рубикон» – 2,21%, в совокупности поставляющие около 64 % выбросов в атмосферу Воронежа (рис. 2.2).

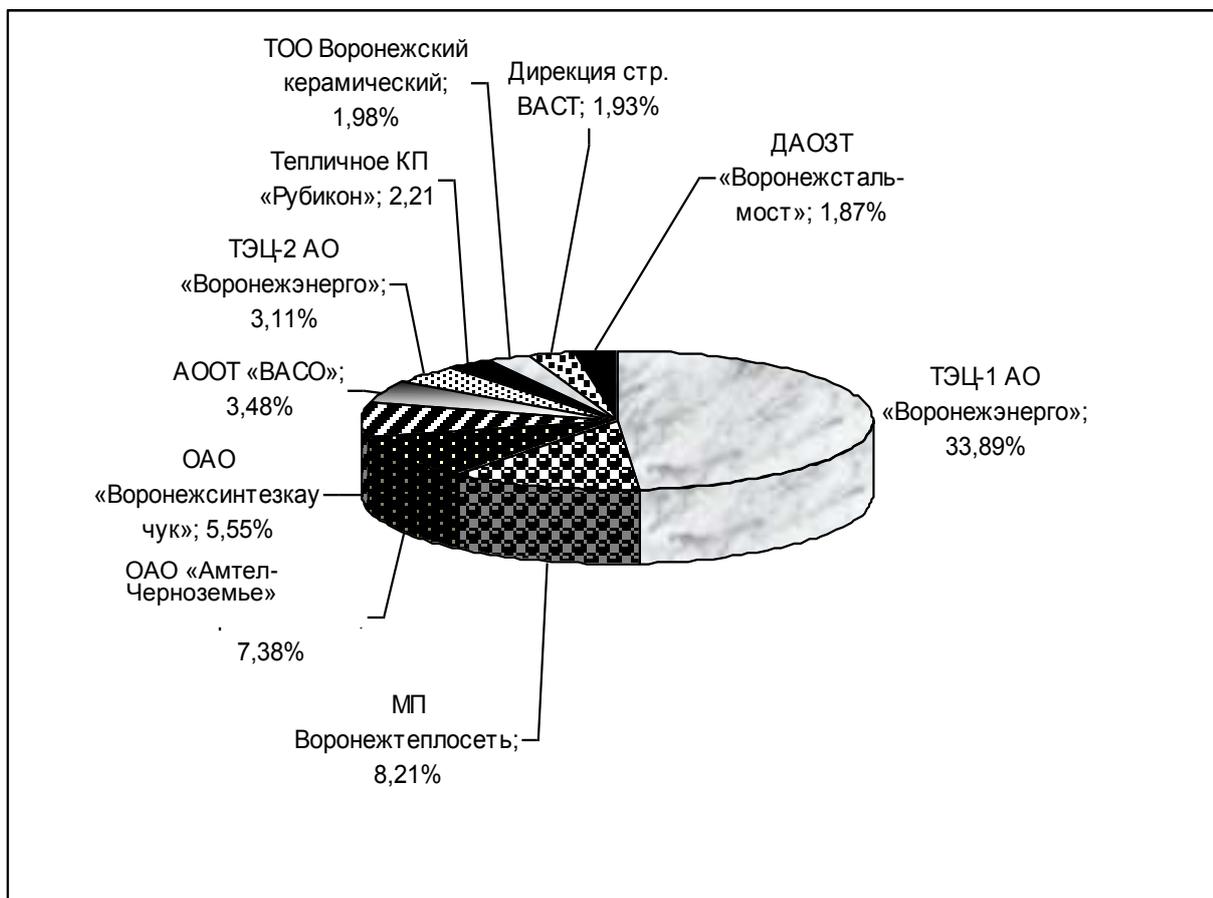


Рис. 2.2. Удельный вклад в загрязнение атмосферы стационарных источников загрязнения г. Воронежа

Следует отметить в ряде случаев довольно неудачное размещение селитебных зон города относительно приоритетных стационарных источников загрязнения атмосферы, особенно в юго-восточном левобережном секторе города вблизи мощных промышленных гигантов ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук» и ОАО «Амтел-Черноземье», который жители города образно называют «Воронежский Бермудский треугольник», подчеркивая его высокую потенциальную опасность для населения, проживающего в зоне влияния данных объектов. Нерациональное градостроительное зонирование – важнейший потенциальный фактор формирования зон экологического риска.

2.3. Экологическая оценка качества воздушного бассейна *

Методический подход к исследованию качества воздушного бассейна основан на детальном анализе структуры и сезонной динамики загрязнения по маршрутным постам наблюдений Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области и дополнительным пунктам отбора разовых проб в ходе социально-гигиенического мониторинга, расположенным на техногенно-загрязненных территориях, а также в селитебно-рекреационном «условно-чистом» микрорайоне Агроуниверситета. Схема расположения маршрутных постов контроля атмосферы показана на рисунке 2.3.

Перечень загрязняющих веществ, подлежащих контролю, определен нами на основе сведений о составе и характере выбросов от источников загрязнения в городе и метеорологических условий рассеивания примесей в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» (1991) [30].

В качестве параметров качества воздуха выбраны средние концентрации 9 основных контролируемых ингредиентов ($\text{мг}/\text{м}^3$),

* Раздел написан с участием Л.Н. Костылевой.

в том числе: 1 класса опасности (свинец), 2 класса опасности (формальдегид, фенол, оксид меди, акролеин); 3 класса опасности (пыль /взвешенные вещества/, диоксид серы, диоксид азота); 4 класса опасности (оксид углерода). Эти вещества – объект постоянных мониторинговых наблюдений, осуществляемых Центром гигиены и эпидемиологии в Воронежской области.

Для оценки уровня техногенной нагрузки, обусловленного загрязнением воздушной среды, рассчитаны средние значения концентраций приоритетных загрязняющих веществ по 4 сезонам и около 70 точкам контроля, преобразованные в оценочные показатели - парциальные и комплексный индексы загрязнения атмосферы [30]. Парциальный индекс загрязнения атмосферного воздуха ($I_{п}$) определен по формуле (1):

$$I_{п} = (C_i / ПДК_i)^k \quad (1)$$

где C_i – средняя за год концентрация i -вещества; $ПДК_i$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -вещества; k – константа, принимающая значения 1,5; 1,3; 1; 0,85 соответственно для веществ 1, 2, 3, 4 классов опасности (коэффициент изоэффективности).

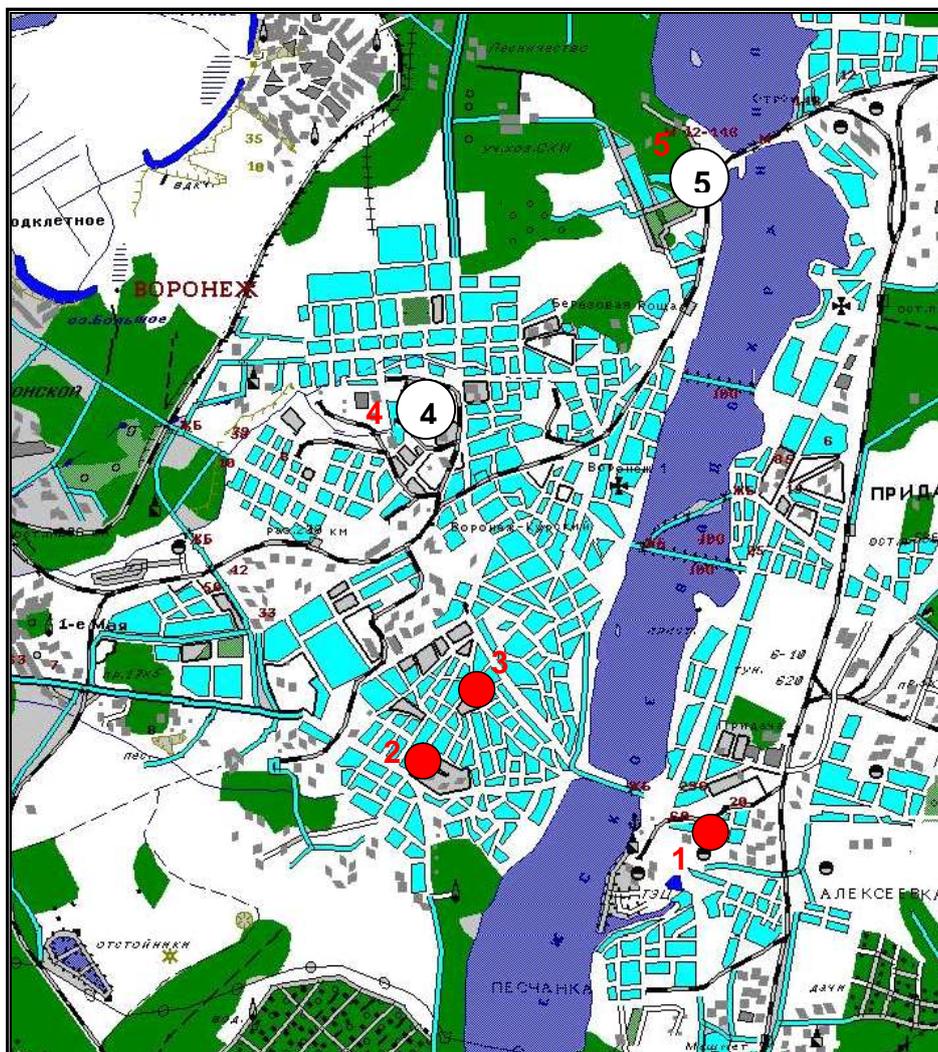


Рис. 2.3 Схема расположения маршрутных постов контроля состояния воздушного бассейна города:

- 1 - ул. Г. Стратосферы, 8 (селитебно-промышленная зона);
- 2 - ул. Матросова, 6 (селитебно-транспортная зона);
- 3 - ул. 20 –лет Октября, 94 (селитебно-транспортная зона);
- 4 – Московский пр., 36 (селитебно-промышленная зона);
- 5 - ул. Дарвина, 1 (селитебно-рекреационная зона)

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) рассчитывался как сумма парциальных индексов загрязнения по 6 приоритетным загрязнителям (оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, формальдегид, пыль, свинец) по формуле (2):

$$ИЗА = \sum_{j=1}^m I_{Пj} \quad (2)$$

где j - порядковый номер вещества; m - число веществ; $I_{Пj}$ - индекс загрязнения атмосферы (3) удельной примесью (парциальный индекс).

(2)

Для веществ, включенных в расчет ИЗА (1) также для других приоритетных загрязнителей с целью оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха города использованы ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (2003).

На основе имеющихся материалов проведен анализ состояния загрязнения воздуха в различных точках контроля в период с 2004 по 2008 гг. в сезонном аспекте. Он показал, что за пятилетний период произошло увеличение удельного веса проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по большинству постов наблюдений, особенно по 3 загрязняющим веществам: оксиду углерода, диоксиду азота и пыли (взвешенным веществам).

Средняя концентрация загрязняющих атмосферный воздух веществ ($мг/м^3$) по постам наблюдения в течение года по сезонам представлена в таблице 2.3.

Выполненная оценка по средним концентрациям исследуемых веществ и средним кратностям превышения ПДК показала, что **в холодный период** наиболее высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха наблюдается в Северной (Московский пр-т) и Левобережной частях города (ул. Г. Стратосферы) вследствие

высоких концентраций, прежде всего, фенола. Здесь среднесезонная концентрация фенола изменялась в пределах 0,0043-0,0068 мг/м³ (1,4 -2,3 ПДК).

Превышение ПДК по диоксиду азота, диоксиду серы и формальдегиду в холодное время года наблюдается по ул. 20 лет Октября и ул. Матросова. Загрязнение атмосферного воздуха диоксидом азота и диоксидом серы на этих улицах в основном связано с развитой улично-дорожной сетью и функционированием автотранспортного комплекса.

Таблица 2.3

Средняя концентрация загрязняющих атмосферный воздух веществ (мг/м³) по маршрутным постам наблюдения

Сезоны	Оксид углерода	Оксид серы	Оксид азота	Формальдегид	Пыль	Фенол	Меди оксид	Акролеин
Пост: ул. 20 лет Октября, 94								
Зима	1,3860	0,0228	0,0330	0,0013	0,0580	0,0031	0,0008	0,0025
Весна	2,1882	0,2037	0,0662	0,0052	0,1638	0,0051	0,0003	0,0087
Лето	2,2771	0,1146	0,0636	0,0071	0,2689	0,0032	0,0007	0,0095
Осень	2,0133	0,2307	0,0639	0,0135	0,2407	0,0044	0,0004	0,0085
Пост: ул. Героев Стратосферы, 8								
Зима	1,7580	0,0918	0,0608	0,0078	0,0848	0,0068	0,0001	0,0084
Весна	1,6150	0,0990	0,0270	0,0080	0,1000	0,0040	0,0010	0,0120
Лето	2,5656	0,1129	0,0898	0,0102	0,1233	0,0053	0,0005	0,0108
Осень	1,6389	0,1291	0,0280	0,0060	0,1018	0,0039	0,0013	0,0090
Пост: ул. Матросова, 6								
Зима	1,3433	0,0779	0,0446	0,0082	0,1090	0,0039	0,0029	0,0090
Весна	1,8160	0,1054	0,0443	0,0046	0,1538	0,0034	0,0004	0,0090
Лето	2,3171	0,0651	0,0472	0,0049	0,1266	0,0054	0,0005	0,0090
Осень	1,5283	0,1710	0,0950	0,0115	0,1120	0,0053	0,0001	0,0090
Пост: Московский пр-т, 36								
Зима	1,4956	0,0905	0,0486	0,0090	0,1093	0,0043	0,0007	0,0090
Весна	1,7292	0,1749	0,0474	0,0048	0,1111	0,0044	0,0004	0,0091
Лето	2,1678	0,0909	0,0863	0,0116	0,1571	0,0050	0,0003	0,0098
Осень	1,5911	0,0874	0,0245	0,0053	0,1451	0,0037	0,0004	0,0090
Пост: ул. Дарвина, 1								
Зима	1,2100	0,0471	0,0433	0,0039	0,0726	0,0020	0,0001	0,0081
Весна	1,6350	0,0500	0,0240	0,0050	0,0800	0,0030	0,0003	0,0090
Лето	1,6260	0,0550	0,0580	0,0040	0,0890	0,0020	0,0003	0,0090
Осень	1,4517	0,0523	0,0242	0,0038	0,0860	0,0023	0,0002	0,0092

Среднесезонное повышение ПДК по пыли в холодный период времени наблюдается по ул. 20 лет Октября и составляет 1,8 ПДК.

Значительное увеличение в холодный период концентраций таких веществ, как диоксид серы, диоксид азота и пыли вызвано работой в зимнее время котельных и отопительных систем, сезонным изменением топливного баланса в теплоэнергетической промышленности. Качество атмосферного воздуха по мониторинговым пунктам контроля отражено в таблице 2.4., из которой видно, что после периода улучшения качества атмосферы города в 2005-2006гг. наблюдается некоторое ухудшение ситуации, более выраженное в промышленно-транспортных микрорайонах, особенно по ул. Г.Стратосферы (левобережная промзона) и по ул. Матросова (юго-западный жилитебно-транспортный микрорайон).

Таблица 2.4

Качество атмосферного воздуха в мониторинговых пунктах контроля

Маршрутный пост наблюдения	Удельный вес проб, превышающих ПДК (%)				
	2004	2005	2006	2007	2008
ул. Героев Стратосферы, 8	1,0	0,2	1,4	1,6	2,3
ул. Матросова, 6	4,3	0,9	2,0	1,3	2,5
ул. 20-летия Октября, 94	2,5	3,8	1,9	2,5	0,8
Московский пр-т, 36	1,8	0,9	0,5	0,8	1,8
ул. Дарвина, 1	0,3	0	0	0	0
Итого по всем постам	2,5	0,8	1,3	1,4	1,6

Оценка состояния атмосферного воздуха *в теплый период* показала, что летом в городе содержание загрязняющих веществ значительно повышается по всем постам наблюдения. В первую очередь это связано с увеличением автотранспортных единиц по улицам города с наступлением теплого периода. Так, средние концентрации диоксида азота и фенола повышаются в районах двух автомагистралей (Московский пр-т и ул. Матросова). Наиболее высокие концентрации этих веществ наблюдаются в

Правобережной части города по Московскому пр-ту и в промышленной зоне Левобережного района города (по ул. Г. Стратосферы). Здесь среднее значение концентрации диоксида азота составляет $0,0863 - 0,0898 \text{ мг/м}^3$ (2,2 - 2,3 ПДК), а фенола – $0,005 - 0,0053 \text{ мг/м}^3$ (1,7 - 1,8 ПДК).

Довольно высокие концентрации других контролируемых веществ наблюдаются в промышленной зоне Левобережного района города (по ул. Г. Стратосферы) и в Правобережной части города по ул. 20 лет Октября. Так, средние значения концентраций диоксида серы составляют около $0,1377 - 0,2317 \text{ мг/м}^3$ (2,2 - 2,8 ПДК), диоксида азота - $0,0639 - 0,0898 \text{ мг/м}^3$ (1,6 - 2,3 ПДК).

Среднегодовое содержание в воздухе оксида углерода не превышает ПДК, однако в летнее время его концентрация несколько повышается. Это, видимо, связано с повышением количества автотранспорта на улицах города в теплое время года, так как автотранспорт является одним из главных источников поступления оксида углерода в атмосферу.

В летнее время также наблюдается повышение средней концентрации пыли по ул. 20 лет Октября. Средняя кратность превышения ПДК здесь составляет 1,8. Повышение концентраций диоксида серы, диоксида азота и пыли в летний период обусловлено увеличением автотранспортных единиц.

Анализ показал, что *в межсезонье* наблюдается, прежде всего, повышение концентраций диоксида серы, диоксида азота и формальдегида по ул. 20 лет Октября и Г. Стратосферы. Источником фенола и формальдегида в Левобережном районе являются предприятия ОАО «Воронежсинтезкаучук» и ОАО «Амтел-Черноземье». Повышение средней концентрации пыли и фенола наблюдаются по ул. 20 лет Октября и составляют соответственно $0,2407$ и $0,0051 \text{ мг/м}^3$ (1,6 – 1,7 ПДК).

В «условно-чистом» районе поста наблюдения по ул. Дарвина экологическая ситуация во все сезоны года относительно благополучная.

Сезонные парциальные индексы загрязнения атмосферы по маршрутным постам наблюдений показаны в таблице 2.5. Неравномерное распространение загрязняющих веществ в городе является следствием сезонных различий повторяемости ветров. Большинство крупных предприятий города построены без

учета розы ветров, что создает напряженную обстановку в ряде жилых массивов. Низменный рельеф левобережной части города, слабая проветриваемость усиливают неблагоприятное воздействие выбросов загрязняющих веществ на качество атмосферного воздуха. Ситуация усугубляется наличием мощных транспортных магистралей в центральной части города (Московский пр-т, ул. 20 лет Октября, Матросова и др.) а также в районах жилой застройки левобережья (Ленинский пр-т, ул. Димитрова и др.).

Таблица 2.5

Сезонные индексы загрязнения атмосферы
по маршрутным постам наблюдения *

Сезоны	Парциальные индексы загрязнения атмосферы ($I_{п}$)								Комплексный ИЗА
	оксид углерода	диоксид серы	диоксид азота	формальдегид	пыль	фенол	оксид меди	акролеин	
Пост : ул. Героев Стратосферы, 8									
Зима	0,63	1,84	1,52	3,46	0,57	2,90	0,02	0,80	5,94
Весна	0,59	1,98	0,68	3,58	0,67	1,45	0,41	1,27	5,60
Лето	0,88	2,26	2,25	4,91	0,82	2,10	0,16	1,11	7,21
Осень	0,60	2,58	0,70	2,46	0,68	1,41	0,57	0,87	5,35
Пост : ул. Матросова, 6									
Зима	0,51	1,56	1,12	3,70	0,73	1,41	1,62	0,87	6,07
Весна	0,65	2,11	1,11	1,74	1,03	1,18	0,12	0,87	4,78
Лето	0,80	1,30	1,18	1,89	0,84	2,15	0,16	0,87	4,91
Осень	0,56	3,42	2,38	5,74	0,75	2,10	0,02	0,87	7,76
Пост : ул. 20 лет Октября, 94									
Зима	0,52	0,46	0,83	0,34	0,39	1,04	0,30	0,40	2,52
Весна	0,76	4,07	1,66	2,04	1,09	1,99	0,08	0,83	6,56
Лето	0,79	2,29	1,59	3,06	1,79	1,09	0,26	0,94	6,18
Осень	0,71	4,61	1,60	7,07	1,60	1,65	0,12	0,81	8,75
Пост : Московский пр., 36									
Зима	0,55	1,81	1,22	4,17	0,73	1,60	0,26	0,87	5,79
Весна	0,63	3,50	1,19	1,84	0,74	1,65	0,12	0,88	5,64
Лето	0,76	1,82	2,16	5,80	1,05	1,94	0,08	0,97	7,13
Осень	0,55	1,81	1,22	4,17	0,73	1,60	0,26	0,87	4,53
Пост : ул. Дарвина, 1									
Зима	0,46	0,94	1,08	1,41	0,48	0,59	0,02	0,76	3,24
Весна	0,60	1,00	0,60	1,94	0,53	1,00	0,08	0,87	3,68

Лето	0,59	1,10	1,45	1,45	0,59	0,59	0,08	0,87	3,74
Осень	0,54	1,05	0,61	1,36	0,57	0,71	0,05	0,90	3,27

**) Жирным шрифтом выделены значения $I_n > 1$.*

Наименее загрязненным районом в течение всех сезонов года можно считать микрорайон Березовой роши, Агроуниверситета и Лесотехнической академии. По большинству параметров контроля состояния атмосферы этот район имеет минимальные уровни загрязнения. Он удален от промышленной зоны, тем более что микрорайон Березовая Роща (пост наблюдения по ул. Дарвина, 1) отделен от промзоны водохранилищем, которое обладает способностью очищать атмосферный воздух. Данный район характеризуется высоким озеленением, отсутствием крупных промышленных предприятий.

Вследствие сезонной повторяемости ветров в городе, в холодный период года наиболее загрязненными районами являются Левобережный район (ул. Г. Стратосферы) и правобережная часть города по Московскому пр-ту. В теплое время года повышенные значения концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе наблюдаются в Северном секторе города (Московский пр-т), по ул. 20 лет Октября и ул. Г. Стратосферы. В переходные периоды повышение концентраций загрязняющих веществ отмечаются в Левобережном районе (ул. Г. Стратосферы), на ул. 20 лет Октября и на ул. Матросова.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие обобщения:

- **в зимний сезон** очаг основного загрязнения формируется на низменном левобережье вблизи ТЭЦ-1 и заводов ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Амтел-Черноземье» с отходящим языком повышенного загрязнения в правобережную центральную зону города по Чернавскому мосту и ул. Степана Разина – ул. Манежная – ж/д вокзал – ул. Урицкого – Московский пр-т.; причем значительный вклад в загрязнение воздушного бассейна приносит диоксид серы не только в промышленных районах, но и за счет рассредоточенного загрязнения от многочисленных котельных в жилых микрорайонах;

- **с наступлением весны** зона загрязнения «размывается», а очаг загрязнения переходит на высокое правобережье горо-

да вдоль ул. 9-е Января (определенную роль играет сезонная смена ветров юго-восточного направления);

- **в летний сезон** отчетливо формируются два «острова тепла» и повышенного загрязнения на левом и правом берегу Воронежского водохранилища, приуроченные к двум промышленно-транспортным зонам: правобережного Коминтерновского района (вблизи ОАО «Тяжэкс», ТЭЦ-2 и др.) и юго-восточного промышленного левобережья города, причем в целом весь левобережный сектор города летом становится более загрязненным; а диоксид азота становится вполне надежным индикатором мест пролегания автотрасс города, т.к. конфигурация зон загрязнения этим поллютантом совпадает в общих чертах с главной осью автотранспортного развития города (по маршруту расположения улиц А.Овсеенко – 9-е Января – Кольцовская – 20 лет Октября – Вогрэсовский мост – Героев Стратосферы – Циолковского);

- аналогичная ситуация сохраняется и **осенью**, однако, «очаги загрязнения» как по правобережью, так и по левобережью «размываются» к северу, в том числе более загрязненной становится практически вся левобережная застройка города вдоль Ленинского проспекта.

В годовой картине загрязнения наиболее типична ситуация, характерная для летнего сезона с двумя довольно четко выделяющимися зонами загрязнения воздушного бассейна вблизи промышленно-транспортных микрорайонов.

Таким образом, анализ состояния атмосферного воздуха с учетом показателей антропогенной нагрузки свидетельствует о формировании в городе контрастных экологических районов с различным уровнем загрязнения атмосферного воздуха по сезонам года. Установлены 3 типа сезонной динамики загрязнения атмосферы по преобладающему характеру городской застройки и её функциональному назначению: **А) селитебно-промышленный, Б) селитебно-транспортный, В) селитебно-рекреационный** (рис.2.4). Критерий выделения типов динамики – статистически достоверные отличия динамики среднесезонных индексов суммарного загрязнения атмосферы по 6 приоритетным загрязняющим веществам [17].

В *селитебно-промышленных* микрорайонах наибольшее загрязнение атмосферы наблюдается в летний период года, что связано с формирующимися локальными «островами тепла».

В *селитебно-транспортных* микрорайонах пик загрязнения смещается на осенний период, вследствие сезонного ухудшения рассеивающей способности атмосферы при увеличении частоты штилей, приземных инверсий в период с августа по октябрь.

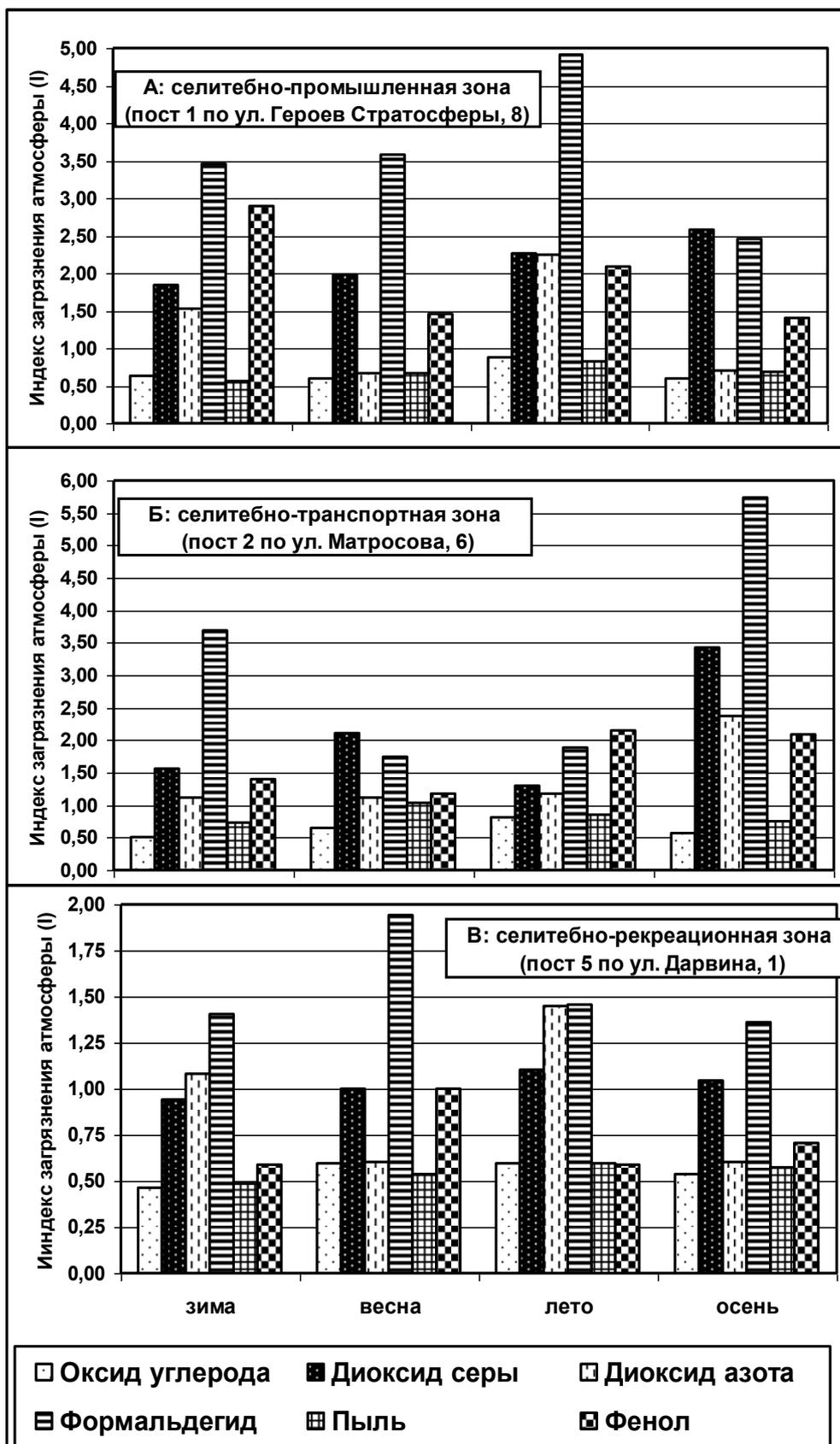


Рис. 2.4. Сезонная динамика загрязнения воздуха в основных функционально - планировочных зонах города

Селитебно-рекреационные микрорайоны отличаются относительно равномерной сезонной динамикой загрязнения с некоторой тенденцией увеличения концентраций загрязняющих веществ в весенне-летний период на фоне снижения рассеивающей способности атмосферы из-за увеличения частоты приземных инверсий в мае и летних «островов тепла».

Сезонный вклад загрязнения воздушного бассейна различных функционально-планировочных зон по сезонам года показан на рисунке 2.5. Он свидетельствует о том, что в городе пик загрязнения атмосферы приходится на лето, затем – осень, далее – весна, минимум – зима; причем максимальные колебания сезонных индексов загрязнения в сравнении со среднегодовым индексом составляют +9,2% для летнего и -11,9% для зимнего сезонов. Фактические данные свидетельствуют, что с сезонным ростом температуры воздуха запыленность и загазованность атмосферы возрастает по большинству ингредиентов, причем сезонный диапазон колебаний между летом и зимой достигает 20 %.

В целом пространственное распределение полей загрязнения атмосферы показывает увеличение индекса загрязнения в транспортной зоне, затем – в промышленной, а самая благоприятная ситуация наблюдается в общественно-деловом центре и особенно – в селитебно-рекреационных районах города, где годовые индексы загрязнения соответственно в 1,3 – 1,5 и 2,0 – 2,2 раза ниже, чем в промышленной и транспортной зонах (рис. 2.6).

Проведенное исследование подтверждает, что степень загрязнения атмосферы в целом согласуется с уровнем техногенной нагрузки на городскую среду, а зоны наибольшего экологического риска приурочены к промышленно-транспортным микрорайонам (преимущественно юго-восточное левобережье города). В зимний период атмосферный воздух в городе менее загрязнен, но повышается удельный вклад в аэрогенное загрязнение диоксида серы и пыли из-за работы отопительных систем. Наибольшее загрязнение приходится на теплое время года, когда повышаются концентрации оксида углерода, диоксида серы, диоксида азота и пыли в основном за счет увеличения количества автомашин на улицах города и формирования локальных «островов тепла» в центральном секторе города с пониженной рассеивающей способностью атмосферы. Повышенные концентрации фор-

мальдегида и фенола в течение всего года обусловлены выбросами промышленных предприятий и работой автотранспорта.

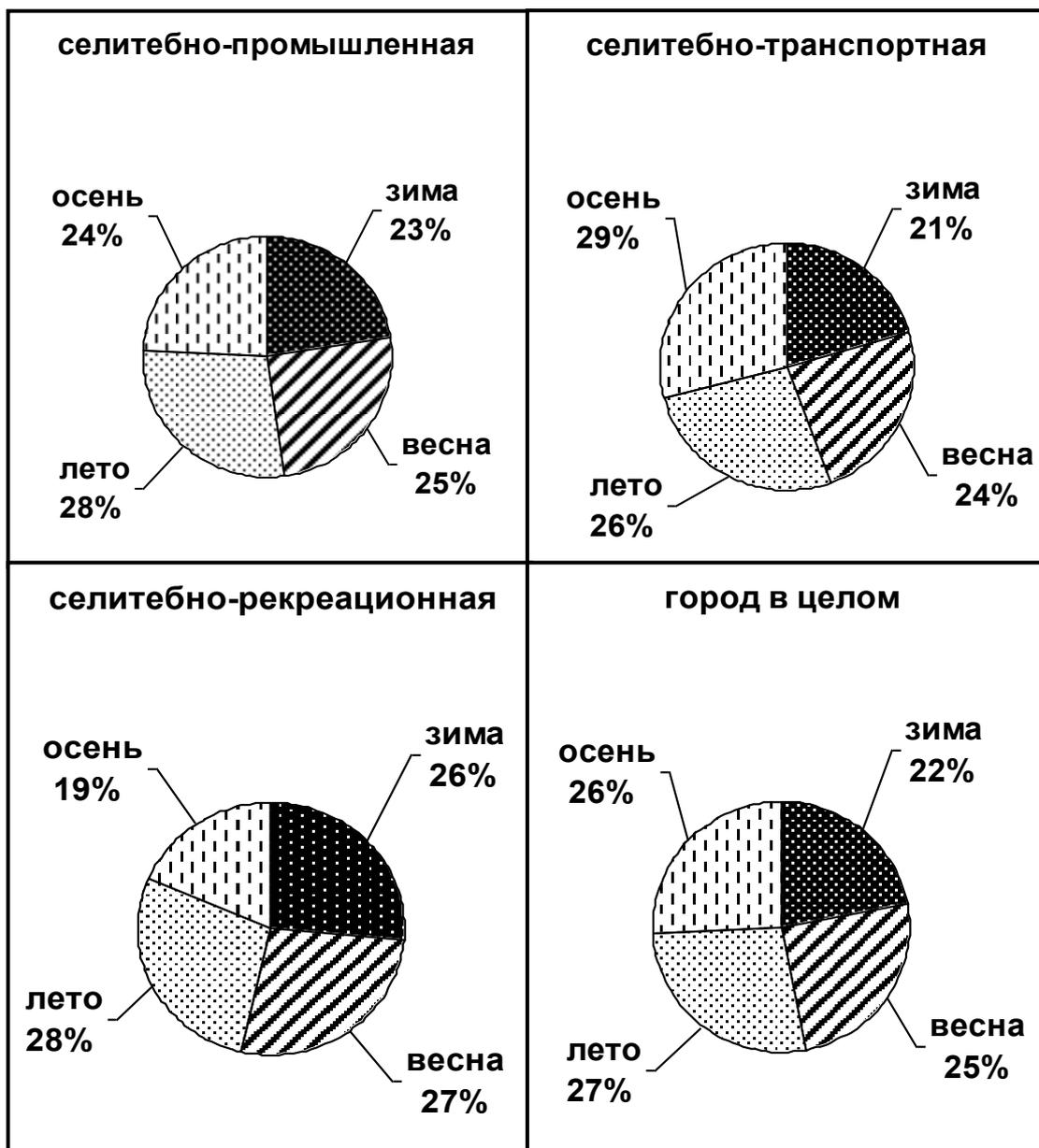


Рис.2.5. Структура загрязнения воздуха по сезонам в основных функционально-планировочных зонах города (удельный вклад сезонного ИЗА в общегодовой индекс, %)

Таким образом, наибольший вклад в загрязнение воздушного бассейна города вносят промышленно-транспортные зоны в летне-осенние сезоны, причем наиболее загрязненными можно считать автомагистрали и прилегающие массивы городской застройки в осенний сезон (рис.2.6).

Таблица 2.6

Сезонный вклад (коэффициенты корреляции) отдельных загрязняющих веществ в комплексный показатель загрязнения атмосферы (ИЗА)

Сезоны	Оксид углерода	Диоксид серы	Диоксид азота	Формальдегид	Пыль	Фенол	Оксид меди	Акролеин
Зима	0,55	0,97	0,76	0,98	0,89	0,68	0,39	0,82
Весна	0,66	0,90	0,76	0,23	0,61	0,96	0,18	0,12
Лето	0,76	0,85	0,84	0,94	0,40	0,61	0,22	0,83
Осень	0,72	0,98	0,83	0,98	0,70	0,85	-0,12	-0,82
Год в целом	0,67	0,92	0,80	0,78	0,65	0,77	0,17	0,23
Ранг значимости «сезонного вклада» (ранг 1 – максимальный вклад)*								
	5	1	2	3	6	4	8	7

*) Чем больше порядковый номер (выше ранг), тем слабее корреляции среднесезонных концентраций соответствующего ингредиента с величиной ИЗА.

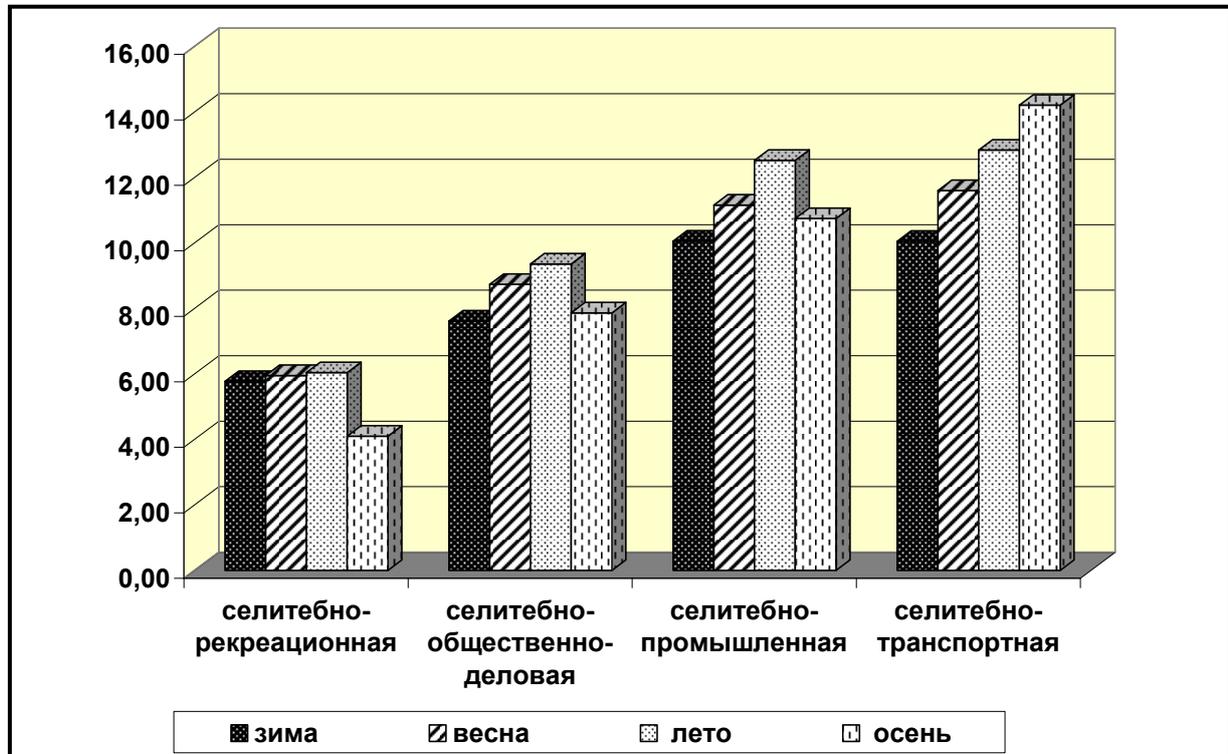


Рис.2.6. Суммарный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) на территории различных функционально-планировочных зон

Лучшими «индикаторами» сезонного загрязнения независимо от функциональной специфики микрорайона служат диоксид серы, диоксид азота и формальдегид (табл.2.6) – наиболее чувствительные к сезонным колебаниям рассеивающей способности атмосферы и отражающие существенный вклад в загрязнение атмосферы автотранспорта и предприятий теплоэнергетики.

2.4. Экологическая оценка качества хозяйственно-питьевого водоснабжения

В городе Воронеже централизованным хозяйственно-питьевым водоснабжением охвачено 98% населения. Основным источником питьевого водоснабжения города являются подземные воды неоген – четвертичного водоносного горизонта. В 2008 г. осуществлялась эксплуатация 11 водоподъемных станций (ВПС), семь из которых расположены по берегам Воронежского водохранилища и имеют с ним гидравлическую связь, что влечет за собой соответствующие изменения показателей качества подземных вод. Кроме того, на территории города действует 41 источник централизованного водоснабжения, а также 34 источника децентрализованного водоснабжения.

Анализ результатов мониторинга за водными объектами показывает, что в 2008 г., так же как и на протяжении целого ряда лет, оставалось неудовлетворительным состояние открытых водоемов, расположенных в черте города.

Высокую нагрузку испытывают открытые водоемы, в которые сбрасываются с недостаточно очищенными сточными водами до 138,3 млн. куб. м тонн загрязненных вод, больше 70% которых приходится на Воронежское водохранилище. В 2008 г. удельный вес лабораторных исследований воды открытых водоемов, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов, составил по санитарно-химическим показателям – 37,2% (в 2007 г. – 32,7%), а по микробиологическим – 3,8 % (в 2007 г. – 4,0%) (рис. 2.7).

Особенно остро стоит проблема эпидемиологической безопасности воды Воронежского водохранилища. Так, в 2008 г. продолжал оставаться чрезвычайно высоким уровень его бактериальной загрязненности, а качество воды водохранилища не со-

ответствовало требованиям гигиенических нормативов по микробиологическим показателям в 49% исследованных проб (в 2007 г. – 44,8%). Максимальное бактериальное загрязнение отмечается в рекреационных зонах, на городских пляжах.



Рис. 2.7. Удельный вес проб воды, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, в водоемах II категории, %

Наряду с повышенными показателями бактериальной загрязненности в воде открытых водоемов выделялись непатогенный холерный вибрион, энтеровирусы, ротавирусы, антиген гепатита А, яйца гельминтов.

Переходя к анализу результатов мониторинга качества и безопасности питьевой воды, следует отметить, что за последние пять лет (2004-2008 гг.) от 4,5 до 14,0% проб исследованной воды из подземных коммунальных источников не соответствовали эколого-гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, хотя в целом регистрируется положительная динамика. По микробиологическим показателям вода источников коммунального водопровода не отвечала требованиям в 12,3 - 49,0% исследованных проб, причема максимальный показатель отмечен в 2008 г. (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Удельный вес проб воды источников централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, %

Можно констатировать тот факт, что в г. Воронеже осуществляется подача «условно доброкачественной» воды, не отвечающей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения», поскольку удельный вес проб воды из разводящей сети, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, составляет в различные годы от 1,5 до 2,5%, а по санитарно-химическим – от 8,5 до 24,7% (рис. 2.9).

В г. Воронеже отмечается дефицит питьевой воды (около 130 тыс. м³/сут.). Отставание темпов развития мощностей водопроводов от растущих потребностей в воде, приводит к перебоям подачи воды потребителям (подача воды по графику), что способствует микробному загрязнению подаваемой воды, создает угрозу эпидемиологическому благополучию населения и вызывает массовые жалобы населения по поводу некачественного представления коммунальных услуг и нарушения прав потребителей. На качество подаваемой населению питьевой воды оказывает влияние отсутствие санитарной надежности водоподготовки и транспортировки воды, которая оценивается как неблагополучная.



Рис. 2.9. Удельный вес проб воды разводящей сети коммунального водопровода, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, %

Для оценки влияния качества питьевой воды на здоровье населения в г. Воронеже в системе социально-гигиенического мониторинга исследования воды в 2006-2008 гг. проводились в 10 мониторинговых точках из источников централизованного водоснабжения ежеквартально и в 16 мониторинговых точках разводящей сети ежемесячно.

Приоритетными загрязнителями воды подземных источников централизованных систем водоснабжения являются железо и марганец, отнесенные к веществам 3 класса опасности.

По последним данным за 2008 г., из 36 проб воды требованиям гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям не отвечало 20 проб (55,6%) из 5 источников водоснабжения (ВПС №№ 3, 4, 8, 11, 12), а из 64 проб, исследованных по 8 мониторинговым точкам разводящей сети, - 16 (25,0%).

В воде источников питьевого водоснабжения отмечалось превышение допустимых концентраций солей, железа, марганца, уровня жесткости, в воде разводящей сети – железа и марганца. К региональным приоритетным загрязнителям питьевой воды также отнесены нитриты и нитраты, периодические превышения концентраций которых отмечаются в основном в источниках де-

централизованного водоснабжения пригородных поселков и родниках в черте города. Превышения гигиенических нормативов по мониторинговым точкам контроля представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Сведения о превышении гигиенических нормативов в мониторинговых точках контроля за санитарно-эпидемиологической безопасностью питьевой воды

Мониторинговая точка (район)	Показатель, превышающий гигиенический норматив	Максимальная кратность превышения гигиенических нормативов в 2004-2008 гг.
Источники централизованного водоснабжения		
ВПС – 3 (Центральный)	марганец	4,4 ПДК
	железо	1,8 ПДК
	жесткость	1,1 ПДК
ВПС – 4 (Центральный, Коминтерновский)	марганец	7,0 ПДК
	железо	20,6 ПДК
ВПС – 6 (Ленинский, Советский)	железо	-
ВПС – 8 (Железнодорожный, Левобережный)	железо	9,4 ПДК
	марганец	5,7 ПДК
ВПС – 11 (Коминтерновский, Советский)	железо	6,3 ПДК
	марганец	5,9 ПДК
ВПС – 12 (Железнодорожный)	железо	12,6 ПДК
	марганец	5,9 ПДК
Разводящая сеть		
ул. Дёповская – Калининградская (Железнодорожный)	марганец	1,4 ПДК
пер. Снежный, 27/30 (Железнодорожный)	марганец	1,8 ПДК
ул. Ушинского, 34 (Центральный)	марганец	1,5 ПДК
ул. Б.Роща, 55 (Центральный)	марганец	1,7 ПДК
ул. Рокоссовского, 28/53 (Железнодорожный)	железо	1,1 ПДК
	марганец	1,5 ПДК
ул. Красный Октябрь, 102/109 (Левобережный)	превышения по запаху и привкусу	до 3 баллов (норматив - 2 балла)
ул. Новикова, 207 (Левобережный)	превышения по запаху и привкусу	до 3 баллов (норматив - 2 балла)

Для комплексной оценки качества питьевой воды использована интегральная характеристика – индекс загрязнения воды (железо, марганец, нитраты), рассчитанный по средним концентрациям (рис. 2.10). Общая динамика в целом положительная.

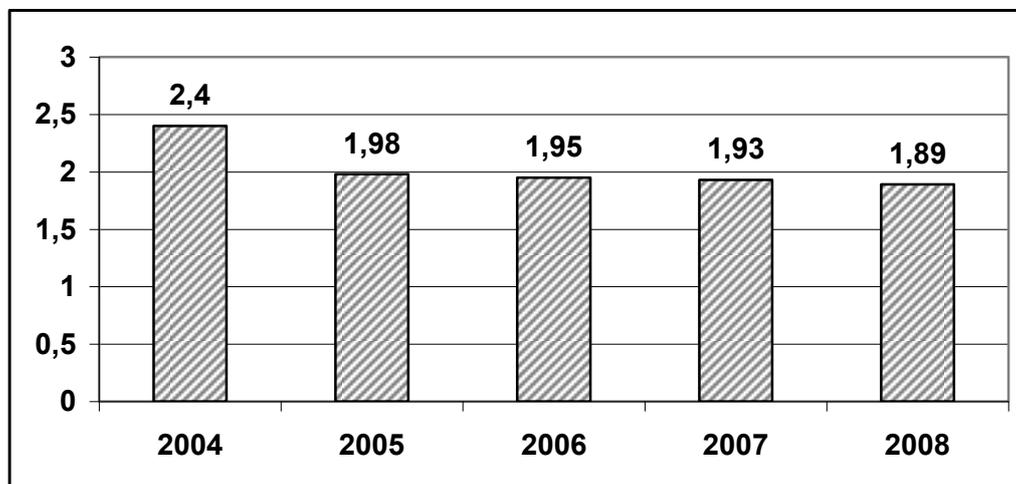


Рис. 2.10. Индекс загрязнения питьевой воды в г. Воронеже (железо, марганец, нитраты)

По микробиологическим показателям превышения гигиенических нормативов были зарегистрированы в 1 пробе из скважины на ул. Кирова (с. Подгорное) и в 5 пробах из 3 мониторинговых точек разводящей сети на ул. Рокосовского, 28/53; ул. Теплоэнергетиков, 14 (п. Шилово); ул. Ленина, 145 (с. Подгорное). Вода не отвечала нормативам по содержанию общих колиформ, термотоллерантных колиформ, общего микробного числа, колифагов.

2.5. Экологическая оценка загрязнения почвенного покрова

Характерными загрязнителями почв крупных промышленно-развитых городов являются нефтепродукты и тяжёлые металлы. В отличие от атмосферы загрязняющие почву вещества сохраняются в ней многие годы, представляя угрозу для населения, городской биоты, а также являясь индикаторами промышленно-транспортного загрязнения городской среды в целом за длительный период.

Анализ загрязнения почвенного покрова проведен совместно учеными Воронежского госуниверситета и Центра гигиены и

эпидемиологии в Воронежской области в ходе специального почвенно-геохимического мониторинга, осуществляемого в последние 12 лет. Для анализа содержания нефтепродуктов применен метод хлороформ-гексановой экстракции (анализы выполнены на базе эколого-аналитической лаборатории факультета географии и геоэкологии ВГУ), а для определения тяжелых металлов применялась атомно-абсорбционная спектрометрия. Объем исследований составил: по нефтепродуктам – около 200 проб (2005-2006гг.), по тяжелым металлам – около 2600 проб ((1997 - 2008гг.). Карты загрязнения почв отражены на рис.2.11 и 2.12.

Основным нормативным документом, в котором определены требования к качеству почвы, являются «Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». Нормативы распространяются на почвы населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, зон санитарной охраны источников водоснабжения, территории курортных зон и отдельных учреждений (табл.2.8).

Таблица 2.8

Нормативы качества почвы по приоритетным
тяжелым металлам

Тяжелые металлы (определяемая форма)*	ПДК, мг/кг
Никель (подвижная форма)	4
Медь (подвижная форма)	3
Цинк (валовая форма)	23
Хром (подвижная форма)	6
Свинец (валовая форма)	32
Кобальт (подвижная форма)	5
Кадмий (подвижная форма)	0,5

**) Подвижная форма элемента извлекается из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН = 4,8.*

Интегральная оценка качества почвы проведена нами с использованием суммарного показателя загрязнения (СПЗ), рассчитанного по формуле (3):

$$СПЗ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \quad (3)$$

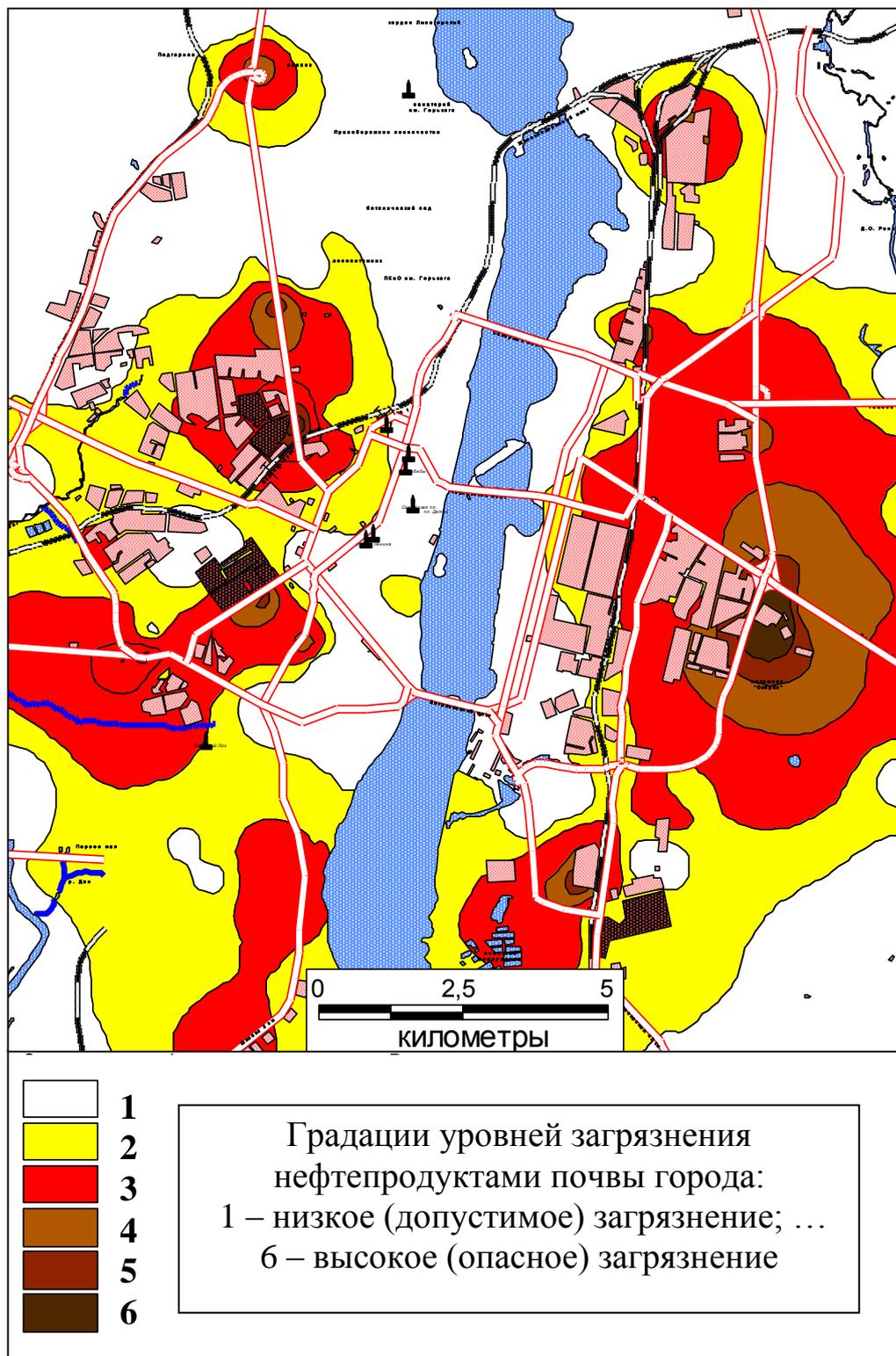


Рис. 2.11. Карта содержания нефтепродуктов в почвах г. Воронежа.

Содержание нефтепродуктов (мг/кг):

- 1) менее 400 (условно-чистые районы); 2) 400-599; 3) 600- 999;
4) 1000-1499; 5) 1500-1999; 6) 2000 и более (высокое загрязнение)

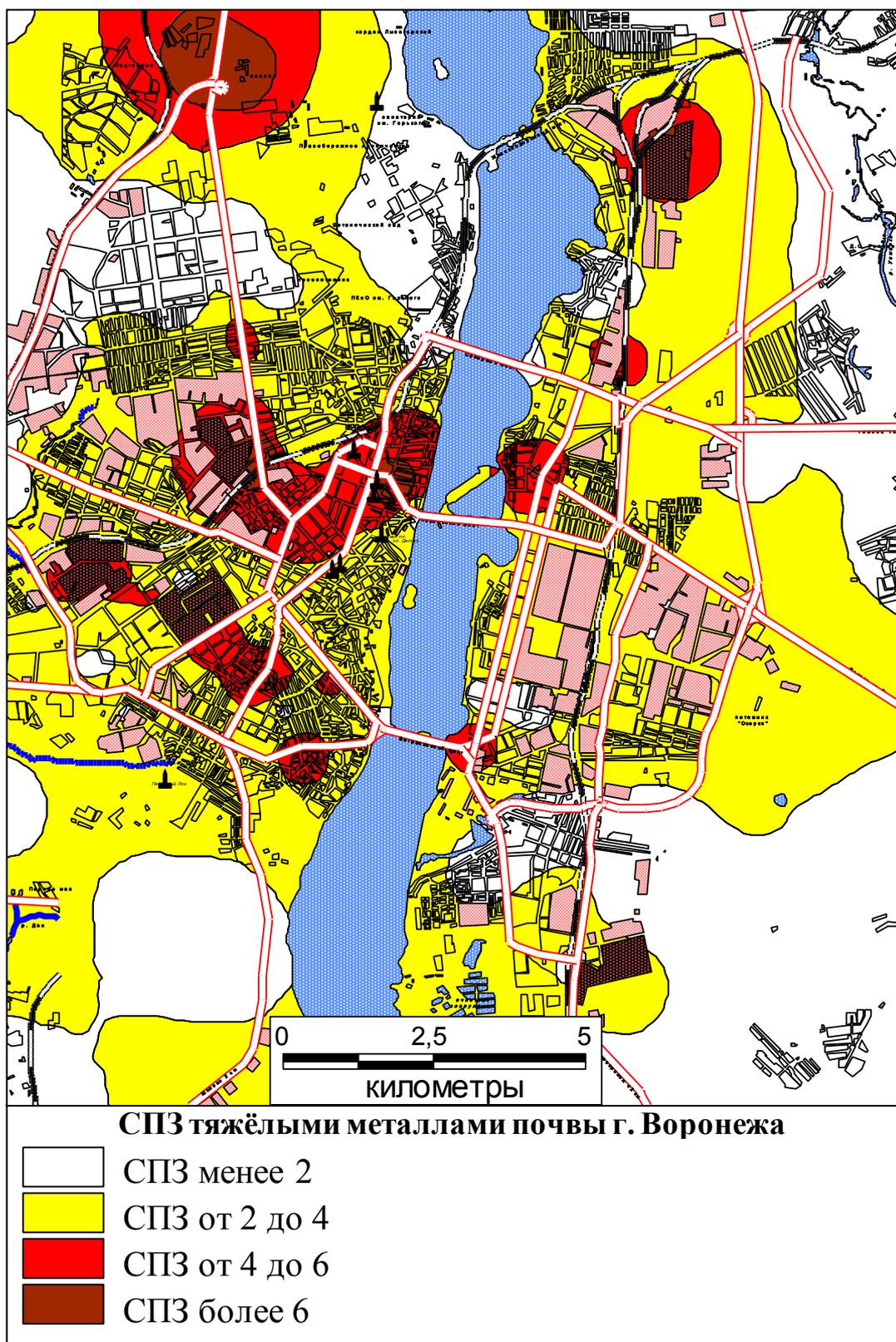


Рис. 2.12. Карта суммарного загрязнения почв г. Воронежа тяжёлыми металлами (СПЗ – суммарный показатель загрязнения)

где n - число веществ;

C_i – среднее значение концентрации i -го загрязняющего вещества в почве территории за год (или период), мг/кг;

$ПДК_i$ – предельно-допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в почве, мг/кг.

В расчет суммарного показателя загрязнения почвы включены 4 приоритетных тяжелых металла, являющихся постоянным объектом почвенно-геохимического мониторинга в г.Воронеже: свинец, медь, цинк, никель.

Анализ загрязнения почвенного покрова г. Воронежа нефтепродуктами показал, что наибольшие концентрации наблюдаются в левобережной части города. Так, аномально высокие концентрации нефтепродуктов в почве были обнаружены в районе нефтебазы, а также в микрорайоне «Машмет» Левобережного района города (зона влияния ОАО «Воронежсинтезкаучук» и ОАО «Амтел-Черноземье»).

Зоны высокого загрязнения почвы нефтепродуктами также наблюдаются вдоль крупных транспортных магистралей города – ул. Димитрова, ул. Остужева, Московский проспект, ул. Ворошилова, ул. Краснознаменная и др. Отдельные зоны высокого загрязнения почвы нефтепродуктами наблюдаются в микрорайоне «Отрожка» Железнодорожного района города, на перекрестках Московского пр-та и ул. 45 стрелковой дивизии, Московского пр-та и пр-та Труда (рис. 2.11).

Относительно чистые зоны, концентрация нефтепродуктов в которых составляет менее 400 мг/кг, располагаются в Северном жилом районе (Коминтерновский район), а также на некоторых участках Центрального района, в том числе микрорайоне Агро-университета, где отсутствует интенсивное движение автотранспорта.

С определенной долей погрешности можно считать, что загрязнение почвы нефтепродуктами прямо пропорционально транспортной загруженности автодорог, интенсивности и средней скорости движения автомобилей. Так, очаги опасного загрязнения формируются на примамгистральных участках пересечений улиц Димитрова – Волгоградская, в районе ВАИ, центрального автовокзала на Московском пр-те.

Другим опасным загрязнителем почвы - производным выбросов отработанных газов транспорта - является свинец. Причем, сильное загрязнение свинцом атмосферы и почвы обеспечивают автомобили, использующие этилированный бензин. После принятия постановления администрации г. Воронежа № 357 «О поэтапном переходе на реализацию неэтилированного бензина в г. Воронеже» (от 15.09.1997г.) количество автотранспорта, использующего этилированный бензин, значительно сократилось, что привело к снижению содержания свинца в атмосфере и почве, однако, в силу более замедленного самоочищения почвы по сравнению с атмосферой, свинец в почве пока ещё сохраняется в достаточных концентрациях.

Наиболее проблемным, с точки зрения загрязнения почвы свинцом, выглядит пересечение Задонского шоссе и окружной дороги. Большой поток автомобилей на этом участке обеспечивает высокое загрязнение почвы свинцом, более чем в 7 раз превышающее значение ПДК.

Неизменно высокое загрязнение почвы свинцом (аналогично загрязнению нефтепродуктами) наблюдается и на пересечении автодорог: перекрёсток ул. Плехановской и Кольцовской, ул. Ст. Разина и Манежной, ул. Грамши, Чапаева и др.

Кроме того типичным загрязнителем, присутствующим в почвах промышленных городов, является никель, основной источник которого – гальваническое и литейное производство.

В целом в городе не отмечено сильного загрязнения почв никелем. Однако, превышения ПДК по никелю нами зафиксированы на территории, находящейся вблизи промышленной зоны Левобережного района г. Воронежа. Также значения, близкие к ПДК, были обнаружены в зоне влияния ГП «Воронежский механический завод», что свидетельствует о том, что данный промышленный объект может быть источником загрязнения городской среды никелем.

Анализируя загрязнение почвы города Воронежа медью, нами обнаружены местами значительные превышения ПДК содержания данного металла. Основными промышленными объектами - источниками загрязнения - являются ОАО «Электроника» и ГП «Воронежский механический завод».

В ряде участков города наблюдается значительное превышение ПДК содержания в почве цинка. Его основными источниками поступления в окружающую среду являются ГП «Воронежский механический завод» и ОАО «Рудгормаш».

По другим тяжелым металлам (кобальт, хром, кадмий) существенных превышений ПДК не отмечено, наблюдаются локальные, точечные аномалии в ряде промзон, требующие санации, но в целом не представляющие серьезной угрозы для жителей города.

Основные мониторинговые точки с максимальными и минимальными показателями почвенного загрязнения города отражены в таблице 2.9.

Для комплексной оценки загрязнения тяжёлыми металлами почв города Воронежа для каждой исследуемой точки контроля рассчитана величина суммарного показателя загрязнения (СПЗ) тяжёлыми металлами. Полученные результаты отображены на карте (рис. 2.12), а участки г. Воронежа с наибольшей и наименьшей величиной СПЗ почвы тяжёлыми металлами приведены в табл. 2.10 и 2.11.

В целом наиболее неблагоприятными по загрязнению тяжёлыми металлами являются почвы в районе пересечения Задонского шоссе с окружной дорогой, где в сутки проходит около 1800 – 2300 транспортных единиц большегрузного транзитного автотранспорта. Аналогичная картина отмечается у перекрёстка «Московский проспект и проспект Труда» (данный перекрёсток является одним из крупнейших в городе, причем этот участок находится под воздействием промышленной зоны Коминтерновского района) и территории, прилегающей к ГП «Воронежский механический завод», где помимо указанного предприятия техногенный прессинг на среду обитания обеспечивает интенсивное движение автотранспорта на фоне низкой пропускной способности автодорог.

Кроме того, территория с очень высоким загрязнением почвы тяжёлыми металлами расположена в районе Чернавского моста (перекрёсток ул. Ст. Разина и ул. Манежная), что обусловлено большим количеством автотранспорта и особенностями аэрационного режима; в промышленной зоне и микрорайоне «Отрожка» Левобережного района, где промышленный прессинг также уси-

ливаются воздействием автотранспорта.

В то же время аналогично атмосфере, наименьшее загрязнение почв тяжёлыми металлами наблюдается в Северном жилом районе и микрорайоне Агроуниверситета, а также в пределах локальных, внепромышленных участков Советского района.

Таким образом, в целом достаточно высокое загрязнение почв тяжёлыми металлами наблюдается в большинстве зон воздействия промышленных объектов и крупных автотранспортных магистралей. Наименьшее загрязнение почвы тяжёлыми металлами отмечается преимущественно в районах, удалённых от промышленных объектов («спальных» микрорайонах) и крупных автодорог.

Полученные результаты схожи с данными по загрязнению атмосферы, что свидетельствует о преобладающем аэрогенном источнике загрязнения почв города.

Таблица 2.9

Мониторинговые точки с максимальным загрязнением почвенного покрова (по отдельным **ЗВ**)

№	Точки наблюдения	Административный район города	Концентрация ЗВ (мг/кг)
Нефтепродукты			
1	Нефтебаза	Левобережный	7450
2	ОАО «Воронежсинтезкаучук»	Левобережный	4600,00
3	ОАО «Амтел-Черноземье»	Левобережный	2625,00
4	Автотрасса М-4 (въезд в Воронеж из Ростова-на-Дону)	Левобережный	2625
5	Перекрёсток «Московский проспект – проспект Труда»	Коминтерновский	2400
6	ул.Ворошилова (ост. Механический завод)	Советский	2225
7	пр. Патриотов (около автостанции)	Советский	2125,00
8	ул. Димитрова (р-н рынка)	Левобережный	2025
9	Задонское шоссе (пересечение с окружной дорогой)	Коминтерновский	1975
10	Ул. Новосибирская, 17	Левобережный	1950

Продолжение табл. 2.9

№	Точки наблюдения	Административный район города	Концентрация <i>ЗВ</i> (мг/кг)
<i>Свинец</i>			
1	Задонское шоссе (пересечение с окружной дорогой)	Коминтерновский	234,00
2	Ул. Дорожная (р-н АЗС)	Советский	85,1
3	Перекрёсток «ул. Плехановская - ул. Кольцовская»	Ленинский	79,1
4	ОАО «Воронежсинтезкаучук»	Левобережный	77,00
5	Перекрёсток «ул. Ст. Разина – ул. Манежная»	Центральный	73,00
6	Перекрёсток «ул. Грамши – ул. Чапаева»	Ленинский	68,00
7	Перекрёсток «ул. Димитрова – Ленинский проспект»	Левобережный	67,00
8	Перекрёсток «ул. Краснознаменная – ул. Острогожская»	Ленинский	66,00
9	Перекрёсток «ул. Рылеева – Рабочий проспект»	Коминтерновский	65,6
10	Перекрёсток «ул. Героев Стратосферы – Ленинский проспект»	Левобережный	60,00
<i>Никель</i>			
1	Автотрасса М-4 (въезд в Воронеж из Ростова-на-Дону)	Левобережный	11,50
2	п. Шилово	Советский	6,00
3	Нефтебаза	Левобережный	5,00
4	Задонское шоссе (пересечение с окружной дорогой)	Коминтерновский	4,10
5	ОАО «Воронежсинтезкаучук»	Левобережный	4,10
<i>Медь</i>			
1	Ул. Ворошилова (ост. Механический завод)	Советский	19,4
2	Задонское шоссе (пересечение с окружной дорогой)	Коминтерновский	17,6
3	Перекрёсток «ул. Ст. Разина – ул. Манежная»	Центральный	13,20

Продолжение табл.2.9

№	Точки наблюдения	Административный район города	Концентрация <i>ЗВ</i> (мг/кг)
<i>Медь</i>			
4	Перекрёсток «ул. Г. Стратосферы – Ленинский пр-т»	Левобережный	9,20
5	ОАО «Электроника»	Железнодорожный	6,70
6	Ул. Дорожная (р-н АЗС)	Советский	6,7
7	Перекрёсток «ул. Димитрова – Ленинский проспект»	Левобережный	6,70
8	Перекрёсток «ул. Краснознаменная – ул. Ворошилова»	Советский	5,50
9	пр. Патриотов, автостанция	Советский	5,0
10	Ленинский пр-т (ДК им. Кирова)	Левобережный	4,7
<i>Цинк</i>			
1	ул. Пешестрелецкая, 96	Советский	115,6
2	ул. Дорожная (р-н АЗС)	Советский	82,9
3	ул. Космонавтов, 19	Советский	73,4
4	ул. Челюскинцев (р-н Цирка)	Ленинский	68,9
5	Перекрёсток «ул. Плехановская – ул. Кольцовская»	Ленинский	52,35
6	ул. Ворошилова (ост. Механический завод)	Советский	48,1
7	Московский пр-т (р-н автовокзала)	Коминтерновский	45,1
8	ул. Чебышева, ОАО «Рудгор-маш»	Левобережный	44,6
9	Перекрёсток «ул. Грамши – ул. Чапаева»	Ленинский	43,50
10	ул. Сакко и Ванцетти (остановка транспорта)	Центральный	41,6

Большинство геохимических аномалий с высоким загрязнением почвы тяжелыми металлами формируется вблизи наиболее интенсивных по грузопотокам перекресткам города, что иллюстрируют данные в табл. 2.10.

Таблица 2.10

**Мониторинговые точки с максимальным загрязнением
почвенного покрова (по величине *СПЗ*)**

№	Точка наблюдения	Административный район города	<i>СПЗ</i>
1	Задонское шоссе (пересечение с окружной дорогой)	Коминтерновский	13,20
2	Перекрёсток «Московский Проспект – проспект Труда»	Коминтерновский	10,49
3	ул.Ворошилова (ост. Механический завод)	Советский	10,39
4	Перекрёсток «ул. Ст. Разина – ул. Манежная»	Центральный	9,30
5	ул. Дорожная (р-н АЗС)	Советский	9,08
6	Перекрёсток «ул. Краснознаменная – ул. Остроужская»	Ленинский	8,05
7	ОАО «Воронежсинтезкаучук»	Левобережный	7,23
8	Перекрёсток «ул. Героев Стратосферы – Ленинский проспект»	Левобережный	6,66
9	ул. Пешестрелецкая, 96	Советский	6,54
10	Перекрёсток «ул. Димитрова – Ленинский проспект»	Левобережный	6,40

Таблица 2.11

**Мониторинговые точки с минимальным загрязнением
почвенного покрова (по величине *СПЗ*)**

№	Точка наблюдения	Административный район города	<i>СПЗ</i>
1	ул. Пирогова, 79	Советский	0,92
2	ул. Шишкова, 101	Коминтерновский	1,05
3	ул. Б.Победы, 15	Коминтерновский	1,05
4	ул.В.Невского, 2	Коминтерновский	1,05
5	ул. Новосибирская, 51	Левобережный	1,05
6	ул. Берёзовая роща, 7	Центральный	1,05
7	Мкр. Агроуниверситета	Центральный	1,05
8	Санаторий им. М. Горького	Центральный	1,05
9	ФСО «Динамо»	Центральный	1,06
10	ул. Г. Сибиряков, 33	Советский	1,09

В качестве одного из косвенных факторов - индикаторов аэрации в зимний период - служит анализ распределения снежного покрова по территории города. Снег обладает высокой сорбционной способностью и осаждает из атмосферы на поверхность почвы значительную часть продуктов техногенеза. Кроме того, изучение пространственных различий высоты снежного покрова в зимний период позволяет оценить розу ветров и направления вихревых потоков в условиях городской застройки, что актуально в медико-экологических исследованиях, сопряженных с анализом состояния здоровья населения, обусловленного загрязнением городских поселений.

Для выяснения особенностей формирования геохимических аномалий в почве города Воронежа нами проведена снегомерная съемка на территории одного из промышленно-развитых районов левобережья города, сопряженная с эколого-геохимическими исследованиями.

В качестве модельного полигона для снегомерных и эколого-гигиенических исследований выбран один из наиболее индустриальных районов города Воронежа - Железнодорожный административный район. На территории района расположено более 40 крупных промышленных предприятий, среди которых предприятия электронной промышленности (АООТ «ВЗПП», ОАО «Элмаш», АООТ «Завод Процессор», ОАО «Видеофон», АООТ «ВЭЛТ»); мебельной промышленности (ОАО ХК «Мебель Черноземья», АООТ «СОМЕФ», АООТ «Графское»); железнодорожного транспорта (локомотивное депо ст. Отрожка, ВВРЗ им. Тельмана и др.), а также автотранспортные предприятия.

Помимо отмеченных промышленных предприятий, исследуемая территория загрязняется промышленно-транспортными объектами, расположенными в правобережной части города (в соответствии с розой ветров Железнодорожный район находится с подветренной стороны от преобладающего по площади правобережного промышленного сектора города). Характер распределения снежного покрова по территории отражает зоны воздушно-го переноса и осаждения на земной поверхности загрязняющих веществ, присутствующих в атмосфере города. Вероятно, в местах наибольшего скопления снега в зимний период могут осаждаться и аккумулироваться вредные вещества, приносимые с

ветром и атмосферными осадками от промышленно-транспортных источников, а на участках с достаточной «продуваемостью», где снег накапливается в значительно меньших количествах и его высота ниже, уровни загрязнения почвы химическими веществами должны снижаться.

Для подтверждения данной гипотезы нами в течение 2004 – 2005 гг. проведены сопряженные экогеохимические и снегомерные исследования (геохимический анализ проб почвы летом и снегомерные измерения зимой на одних и тех же ключевых участках района). При выборе снегомерных маршрутов учитывали городскую застройку и «транспортные коридоры», выбирая наиболее типичные точки, где с помощью стандартной снегомерной рейки выполнили серию измерений высоты снега в течение двух зимних сезонов после периода обильных снегопадов.

В качестве исходных операционных единиц для статистического анализа выбрано 30 рецепторных, т.е. наиболее представительных точек на территории района, расположенных в микрорайонах высокой плотности жилой застройки и различной этажности. Составлена картосхема высоты снежного покрова Железнодорожного района с использованием метода изолиний и интерполяцией полученных данных по рецепторным точкам района (рис.2.13). В ходе проведённых замеров было установлено, что наибольшая высота снежного покрова наблюдается в районе ул. Остужева (д.5) вблизи пересечения её с Ленинским пр-том. Повышенная высота снежного покрова отмечена также на отдельных участках Ленинского пр-та (д.153), ул. Гаршина (д.21), ул. Минская (д.35 и д.17/2).

В то же время относительно низкий снежный покров наблюдается в районе ул. Добролюбова (д.131), в ряде участков вблизи Ленинского пр-та (д.139 и д.189). Колебания высот снежного покрова по исследуемым точкам составили от 18 до 49 см (почти 3-х-кратные различия).

Очевидно, это связано с отсутствием препятствий для продвижения воздушных потоков («аэродинамические коридоры»). Более высокий уровень снежного покрова наблюдается в центральной и южной частях района с наиболее плотной многоэтажной застройкой. Однако многоэтажная застройка не всегда способствовала накоплению снега. Это свидетельствует о том, что на

высоту снежного покрова помимо этажности влияет ориентировка, «скупенность» домов и «продуваемость» межквартальных пространств.



Рис.2.13. Картосхема высоты снежного покрова на территории Железнодорожного района г. Воронежа (изолинии высоты снежного покрова в см)

Анализируя картосхему высоты снежного покрова на территории Железнодорожного района города Воронежа, можно выделить зоны с относительно низкой высотой снежного покрова в прибрежной зоне Воронежского водохранилища, а также в районах, где расположены одноэтажные дома («частный сектор»).

Оценка экогеохимического фона территории района проведена по пяти тяжелым металлам (никель, марганец, свинец, медь, цинк). Отбор проб почвы осуществлен методом квадратирования, а анализ содержания валовых форм металлов в почве выполнен в Центре коллективного пользования лабораторным оборудованием ВГУ на атомно-адсорбционном спектрометре.

При математико-статистических исследованиях отмечены положительные связи между содержанием в почве валовых форм марганца, свинца, никеля и высотой снежного покрова; статистически недостоверная связь между высотой снежного покрова и содержанием в почве меди; а с содержанием в почве цинка достоверной связи не установлено.

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют об устойчивой тенденции формирования экогеохимических полей аккумуляции токсикантов в местах повышенного скопления снега зимой, что более отчетливо прослеживается по главному загрязнителю почвы промышленных городов - свинцу.

Сопоставление участков с «высоким», «средним» и «низким» снегом по параметру загрязнения почвы свинцом показывает закономерную картину: с увеличением высоты снежного покрова нарастает и концентрация в почве свинца. Видимо, на участках с «высоким снегом» в течение всего года наблюдается повышенная «осаждаемость» этого приоритетного загрязнителя почвы, что иллюстрирует таблица 2.12.

Очевидно, что с определенной долей погрешности высоту снежного покрова можно рассматривать как индикатор накопления в почве ряда приоритетных поллютантов, в частности, свинца. Графическую модель регрессии, т.е. зависимости концентрации в почве свинца от высоты снежного покрова иллюстрирует рис.2.14 (коэффициент корреляции достоверен и составляет +0,65). Безусловно, после сокращения поступления свинца в атмосферу города вследствие запрета использования этилированного бензина масштабы загрязнения атмосферы, почвы значительно

Таблица 2.12

Соотношение высоты снежного покрова зимой и концентрации в почве свинца в Железнодорожном районе г.Воронежа

Высота снежного покрова	Количество исследованных точек	Средняя высота снежного покрова (см)	Средняя концентрация свинца (мг/кг)
Высокая (более 30 см)	8	36,2	18,6
Средняя (23 – 30 см)	14	27,2	16,1
Низкая (менее 23 см)	8	20,3	13,7
Средняя	30	27,8	16,4

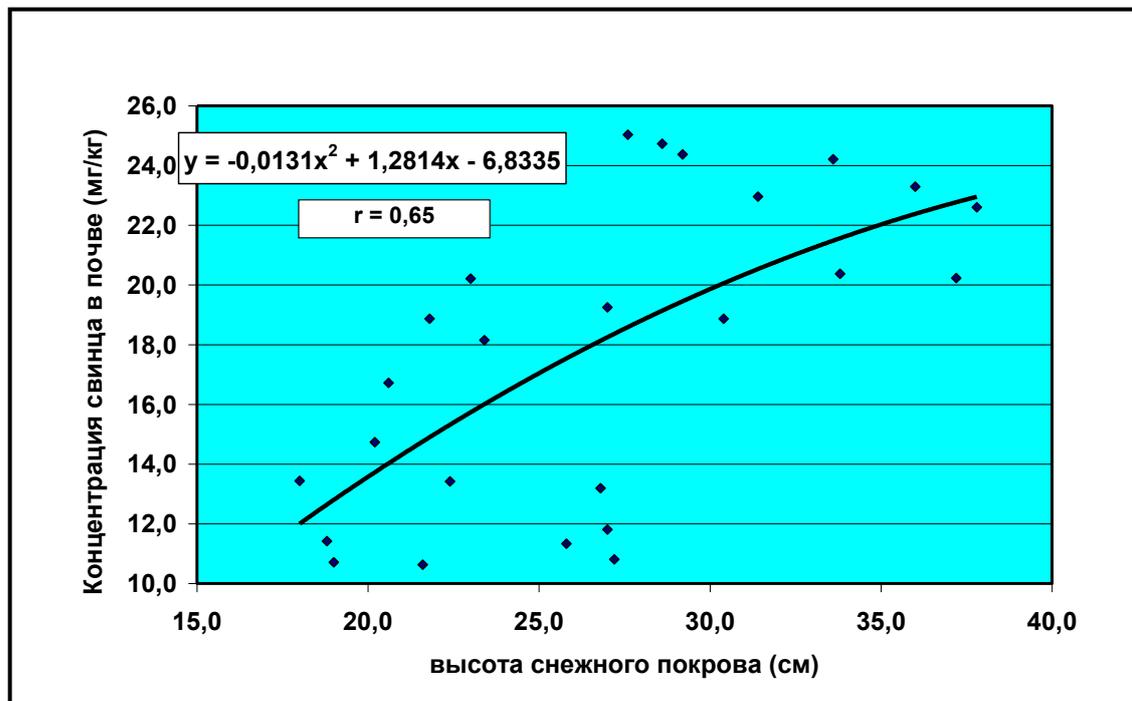


Рис.2.14. Зависимость концентрации в почве свинца (Y) от высоты снежного покрова зимой (X).; r – коэффициент корреляции

снизились, но в силу инерционности процессов самоочищения почвы опасность загрязнения окружающей среды комплексом тяжелых металлов, в том числе и свинцом, сохраняет актуальность.

Таким образом, пространственный анализ результатов снегомерных наблюдений и параметров экогеохимического фона на

территории Железнодорожного района г. Воронежа подтверждает, что характер аэрации городской застройки оказывает определенное влияние на распространение и аккумуляцию загрязняющих веществ, которые могут провоцировать развитие экологически обусловленных заболеваний населения.

2.6. Качество питания как фактор риска для здоровья населения

Качество питания является важнейшим фактором в формировании алиментарного статуса и здоровья населения. Правильное, рациональное питание не только обеспечивает нормальный рост и развитие организма, но и способствует профилактике различных заболеваний, создает условия для адекватной адаптации к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Вместе с тем, низкие уровни потребления наиболее ценных в биологическом отношении пищевых продуктов, актуальность проблемы алиментарно-зависимых заболеваний, широкое использование биотехнологий и генной инженерии в производстве пищевых продуктов, увеличение оборота биологически активных добавок к пище определяют проблему продовольственной безопасности как с позиции адекватности потребления пищевых продуктов физиологическим потребностям организма человека, так и с позиции санитарно-эпидемиологической безопасности, т.е. профилактики попадания в организм с пищей различных токсикантов химической и биологической природы.

Одним из важнейших показателей, характеризующих качество и безопасность продовольственного сырья и продуктов питания, является их контаминация потенциально опасными веществами химической и микробиологической природы.

Удельный вес проб продуктов питания, не соответствующих гигиеническим нормативам по химическим показателям, в различные годы составляет от 1,3 до 6,8%, в 2008 г. - 6,6%. Наибольшего опасения вызывает высокий удельный вес доли проб, не соответствующих химическим показателям безопасности, для мяса и мясных продуктов (до 23,3%), молоку и

молочным продуктам (до 12,6%), консервам (до 24,2%) (табл. 2.13).

Следует отметить, что на протяжении ряда лет пищевые продукты по показателям безопасности по содержанию микотоксинов, нитрозаминов, антибиотиков соответствуют гигиеническим нормативам.

Приоритетными загрязнителями пищевых продуктов являются нитраты, которые определяются выше норматива ежегодно от 0,56 до 3,9% (табл. 2.14).

Таблица 2.13

Удельный вес проб продуктов питания и продовольственного сырья, не отвечающих гигиеническим нормативам по химическим показателям, %

Наименование групп продуктов	Годы				
	2004	2005	2006	2007	2008
Все группы продукты	2,4	1,3	6,8	5,3	6,6
Импортируемые	0	0	0	9,4	6,2
Мясо и мясные продукты	11,1	4,6	10,5	10,0	23,3
Птица и птицеводческие продукты	0	0	0	0	2,3
Молоко и молочные продукты	3,0	1,4	12,6	6,7	12,1
Хлебобулочные и кондитерские изделия	0	0,8	0	3,4	0,9
Мукомольно-крупяные изделия	0	0	0	0,4	0,5
Сахар и кондитерские изделия	4,2	1,2	1,9	0	0
Овощи и бахчевые	0,8	0	1,1	0	0
Жировые растительные продукты	0,3	0	11,0	0	0,4
Безалкогольные напитки	0	0	0	10,1	1,6
Алкогольные напитки	0	0	12,1	0	0
Слабоалкогольные напитки и пиво	0	0	0	6,1	7,1
Консервы	6,4	0	24,2	5,8	17,5
Биологически активные добавки к пище	0	0	0	0,5	0,9

Удельный вес проб продуктов питания, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, составляет в последние годы от 1,5 до 3,4% (рис.2.15).

По данным 2008 г. наиболее часто не соответствие гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям отмечается в таких группах продуктов как рыба, рыбные продукты и продукты моря (9,8%), минеральные воды

(7,7%), безалкогольные напитки (6,3%), продукты детского питания (6,1%), молоко и молочные продукты (4,4%) (рис. 2.16).

Таблица 2.14

Удельный вес проб продуктов питания, не отвечающих гигиеническим нормативам, %

Контаминанты	Годы				
	2004	2005	2006	2007	2008
Токсичные элементы	0	0,16	0	0,4	0,2
Пестициды	0	0	0	0	1,2
Микотоксины	0,4	0	0	0	0
Нитрозамины	0	0	0	0	0
Нитраты	1,1	0,56	1,5	1,2	3,9
Антибиотики	0	0	0	0	0

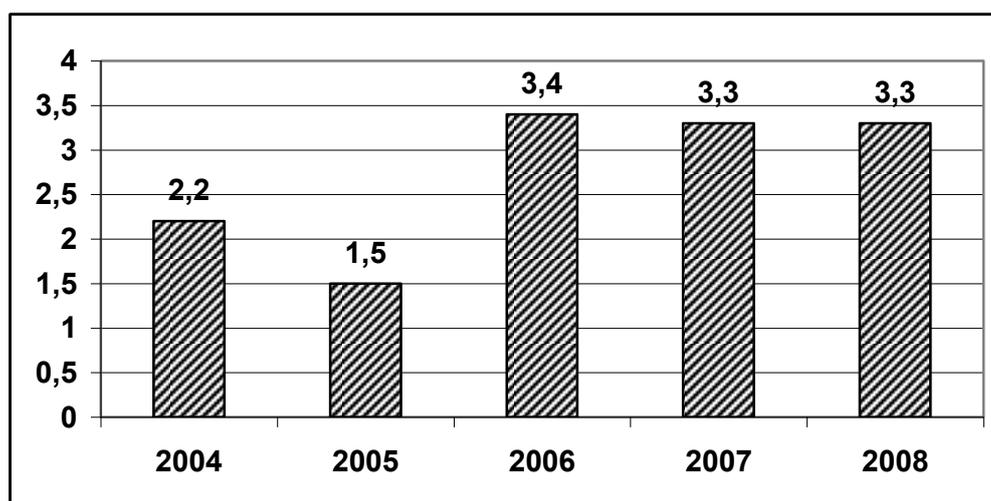


Рис. 2.15. Удельный вес проб продуктов питания, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, %

В последнее время актуальной является задача организации контроля за производством и оборотом пищевых продуктов, полученных с использованием генетически модифицированных источников (ГМИ).

С целью выявления пищевых продуктов и продовольственного сырья, полученных с использованием ГМИ, проведено исследование 376 проб пищевых продуктов, из них в 1 (0,3%) пробе – соевые бобы производства Аргентины – обнаружено наличие

трансгенной ДНК (в 2007 г. – 151 проба, из них в 3 пробах – 2,0% – обнаружено наличие трансгенной ДНК).

Значительный вклад в минимизацию неблагоприятного воздействия на состояние здоровья населения внесло своевременное изъятие из оборота недоброкачественных пищевых продуктов. Так, в 2008 г. была забракована и снята с реализации 351 партия продуктов и сырья объемом 7979 кг, в т.ч. импортируемых 46 партий объемом 82 кг (в 2007 г. было снято с реализации 371 партий объемом 85435 кг, в т.ч. импортируемых – 11 партий объемом 54558 кг). Наибольшее количество забракованных продовольственного сырья и пищевых продуктов составили хлебобулочные и кондитерские изделия (62 партии объемом 341 кг), молоко и молочные продукты (57 партий объемом 492 кг).



Рис. 2.16. Удельный вес проб продуктов питания и продовольственного сырья, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, %

Анализируя состояние фактического питания как фактора риска для здоровья населения, следует также отметить его несбалансированность, которая в последние пять лет (2004-2008 гг.) выражается низким уровнем потребления мяса и мясопродуктов (до 76% от нормы), молока и молочных продуктов (64,3%), рыбы и рыбопродуктов (50%), что говорит о дефиците поступления в организм белков животного происхождения, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, микронутриентов, пищевых волокон. Одновременно отмечается преобладание в рационе питания хлебобулочных продуктов (до 125%), картофеля (до 165,9%), сахара (до 232,2%), что свидетельствует об углеводной направленности рационов.

В питании организованных детских коллективов (детские дошкольные учреждения, гимназии, интернаты и др.) также выявляются факты несбалансированности. Так, при экспертизе примерных меню выявлялись нарушения соотношения основных питательных веществ, занижение энергетической ценности рационов. В отдельных учреждениях города не выполнялись нормы питания по рыбе, творогу, овощам, фруктам. Отмечались случаи нарушения санитарно-противоэпидемического режима, технологии приготовления и сроков реализации готовых блюд. Удельный вес проб готовой продукции, не соответствующих гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, составляет в различные годы от 0,5 до 3,2%, по содержанию в «третьих блюдах» витамина «С» - от 2,1 до 12,5% (табл. 2.15).

Таблица 2.15

Гигиеническая характеристика готовых блюд
в организованных детских коллективах

Показатели	Удельный вес проб, не соответствующих гигиеническим требованиям, %				
	2004	2005	2006	2007	2008
Санитарно- химические	0	0	0	0	0
Микробиологические	1,6	1,2	0,5	2,6	3,2
Калорийность и полнота вложения	68,4	44,5	48,5	54,8	49,0
Вложение витамина «С»	2,1	10,3	8,0	11,8	12,5

Наибольший удельный вес проб готовых блюд, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, отмечался в детских дошкольных учреждениях (5,4%); по калорийности и полноте вложения - в детских дошкольных (54,7%) и в специальных (коррекционных) учреждениях (2 пробы из 5), в учреждениях для детей-сирот (6 проб из 10); по вложению витамина «С» - в дошкольных учреждениях (16,4%).

Для реализации государственной политики в области здорового питания населения области Управлением Роспотребнадзора обеспечен контроль за выполнением постановлений главного государственного санитарного врача по Воронежской области от 01.10.2002 г. №18 «О мерах по профилактике заболеваний, в том числе обусловленных дефицитом йода среди населения области», от 03.11.2003 г. №18 «О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом железа в структуре питания населения области», от 12.04.2004 г. №8 «О дополнительных мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов». На 29 предприятиях осуществляется обогащение микронутриентами (йод, селен, фтор, железо) и витаминами (витамин «С», бетакаротин) более 50 наименований пищевых продуктов.

С целью профилактики алиментарно зависимых заболеваний в рационы питания детей дошкольных и образовательных учреждений включены фторированное молоко, йодированная соль, хлебобулочные изделия, обогащённые йодказеином, а также витаминные напитки, чай и кисели.

Анализ современной эколого-гигиенической ситуации в г.Воронеже свидетельствует о формировании в городе контрастных экологических районов, различающихся по уровням техногенного загрязнения городской среды обитания. В формировании очагов техногенного загрязнения весомую роль играют функционально-планировочная структура, баланс застройки, взаиморасположение промышленных, селитебных, транспортных и ландшафтно-рекреационных зон, отражающих своеобразие городского ландшафта и определяющих характер, интенсивность и степень воздействия факторов среды обитания на здоровье населения.



Центр города (Воронежский областной совет профсоюзов)



Правобережная панорама города - вид с водохранилища



Чернавский мост и левобережная панорама города



Развязка автодорог в Северном жилом районе



Городские очистные сооружения (отстойники)



«Деловой» Воронеж (здание ЮВЖД на проспекте Революции)



**Современные новостройки
(Военный городок - микрорайон «Красная шапочка»)**

ГЛАВА 3. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА

3.1. Медико-демографическая ситуация

Как отражено в Концепции демографической политики Российской Федерации, современная демографическая ситуация в значительной степени обусловлена социально-экономическими процессами. В то же время на демографические процессы в определенной степени оказывают влияние неблагоприятные факторы среды обитания.

По состоянию на 1.01.2008 г. общая численность населения Городского округа города Воронеж (г. Воронеж и пригородные поселки Масловка, Шилово, Сомово, Боровое, Придонской, Краснолесный) составила 920387 человек, в том числе 109509 детей в возрасте до 14 лет и 30415 подростков в возрасте 15-17 лет. В 2008 году в продолжалось снижение общей численности населения, обусловленное значительным превышением уровня смертности над уровнем рождаемости и низким уровнем миграционного прироста населения.

Процессы депопуляции начались с 1989 г. и к началу 2008 г. уровень депопуляции остается высоким: показатель смертности составляет 15,0 на 1000 населения, что в 1,4 раза превышает показатель рождаемости, составляющий 10,4 на 1000 населения (рис. 3.1).

Вместе с тем, с 2005 г. разность между смертностью и рождаемостью устойчиво снижается, хотя коэффициент естественного прироста продолжает сохранять отрицательное значение (-4,6), что говорит о естественной убыли населения (рис 3.2).

В структуре причин смертности населения лидируют болезни системы кровообращения, а также новообразования, внешние причины (несчастные случаи, отравления и травмы). Ежегодно на их долю в совокупности приходится более 80% умерших (рис. 3.3).

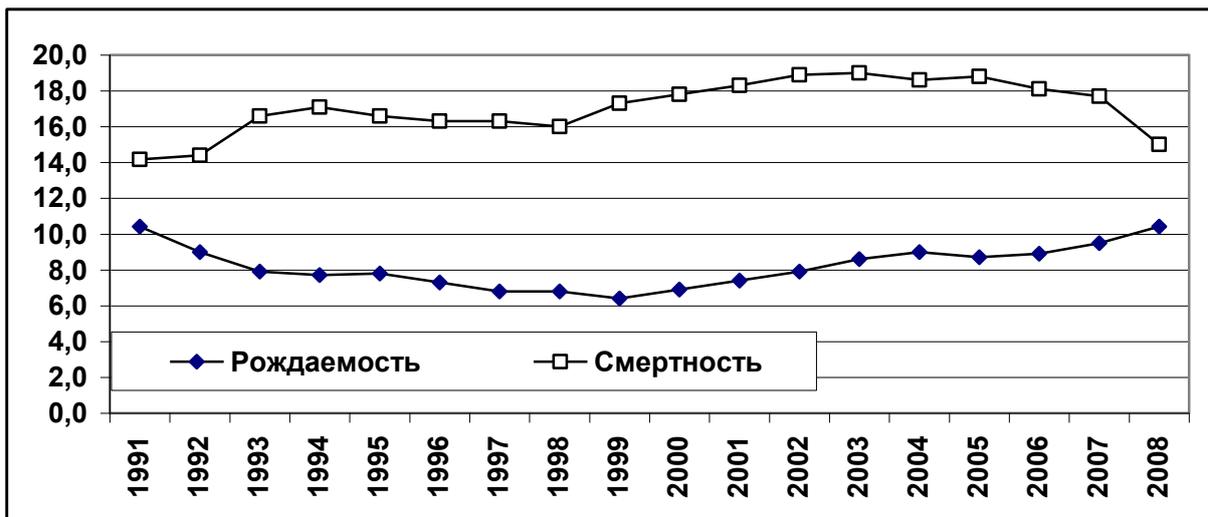


Рис. 3.1. Рождаемость и смертность населения г. Воронежа (на 1000 населения)

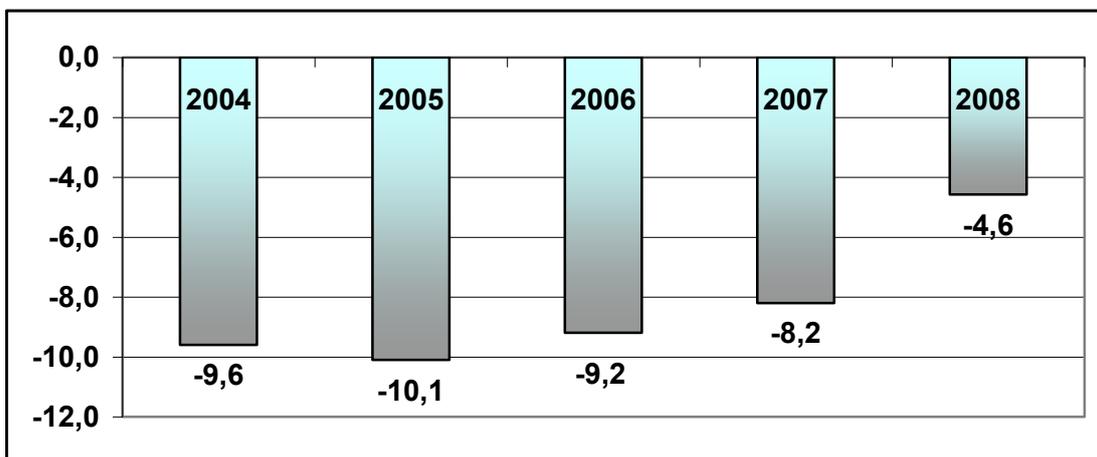


Рис. 3.2. Показатель естественного прироста (убыли) населения г. Воронежа

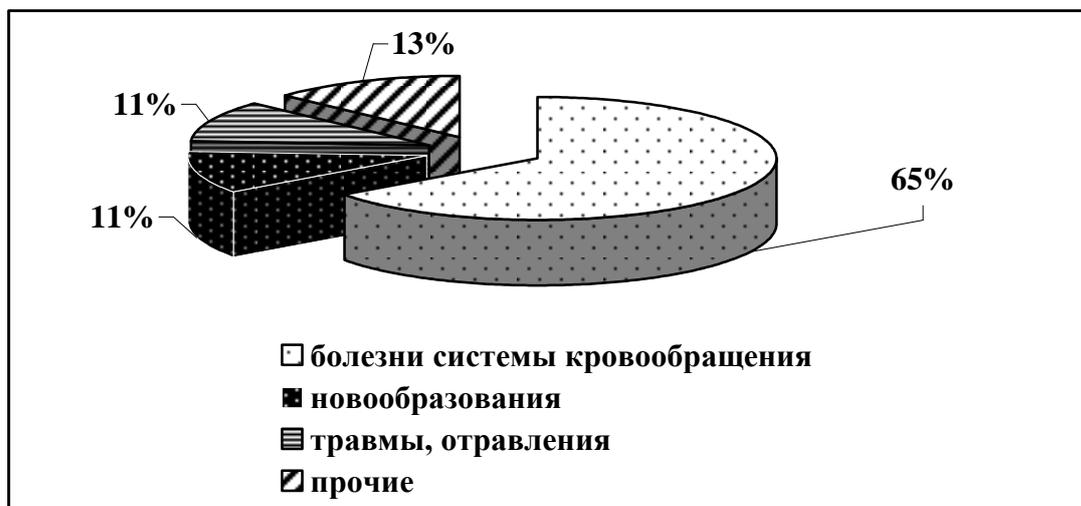


Рис.3.3. Структура причин смертности населения

Анализ повозрастных коэффициентов смертности от болезней системы кровообращения, новообразований и несчастных случаев, травм и отравлений, свидетельствует, что «пик» смертности по причине травм приходится на трудоспособный возраст 40-60 лет, а показатели смертности от новообразований и болезней системы кровообращения максимальны в пенсионном возрасте у населения от 60 лет и старше (рис. 3.4).

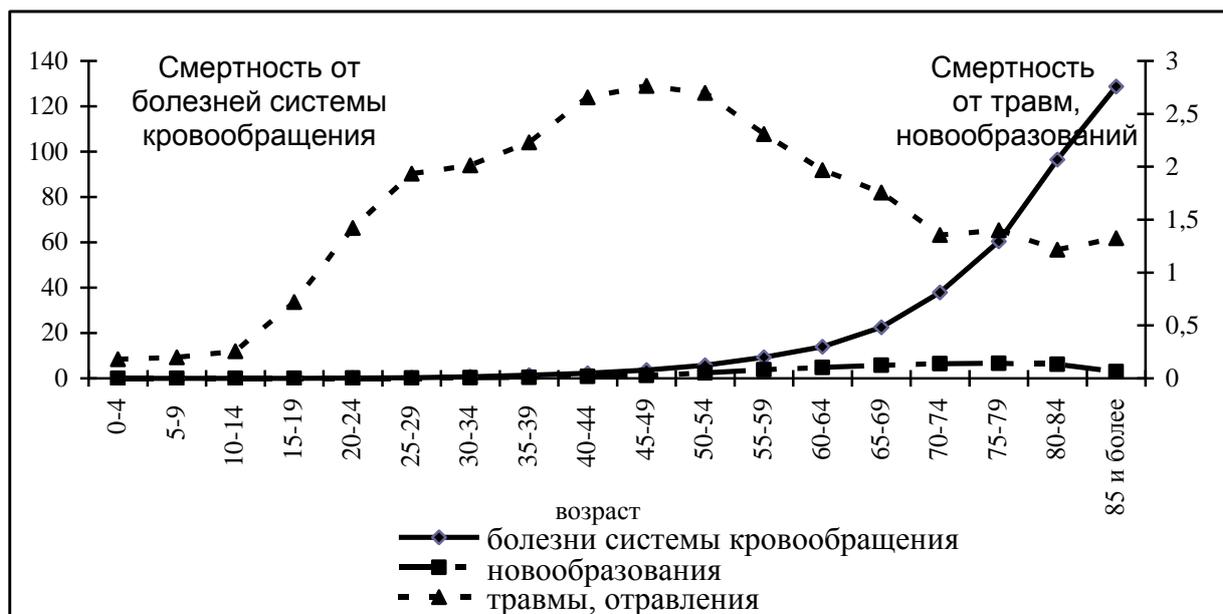


Рис. 3.4. Повозрастные коэффициенты смертности (на 1000 населения)

К положительной тенденции следует отнести снижение показателя младенческой смертности, регистрируемое с 2005 г. (рис. 3.5).

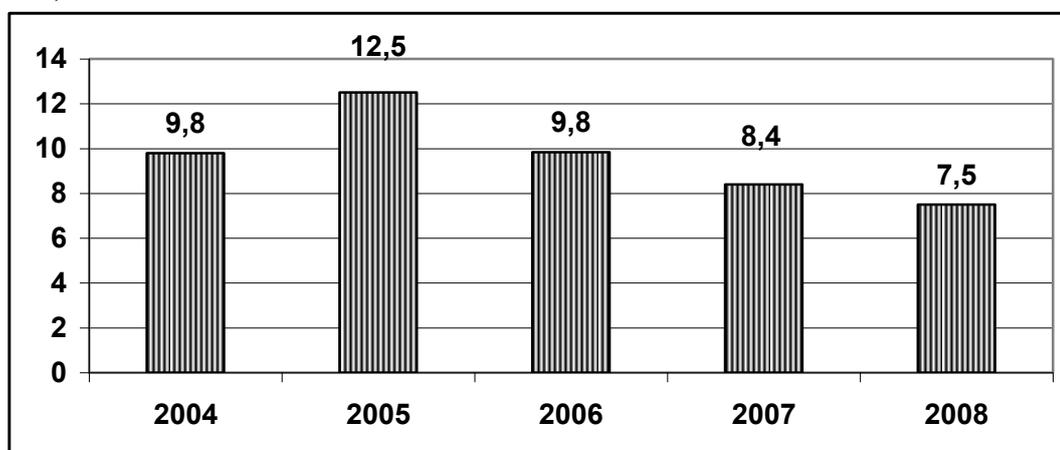


Рис. 3.5. Младенческая смертность (на 1000 новорожденных)

Намечаемые положительные сдвиги в медико-демографических показателях во многом обусловлены проводимой социально-экономической политикой и мерами по стабилизации демографической ситуации как на Федеральном, так и на местном уровнях в рамках региональной программы «Демографическое развитие Воронежской области на 2008-2010 годы и на период до 2016 года».

3.2. Состояние здоровья взрослого населения

Одним из основных способов анализа состояния здоровья населения является оценка уровня заболеваемости по данным обращаемости в лечебно-профилактические учреждения за медицинской помощью.

Уровень заболеваемости населения анализируется:

- как по всей совокупности случаев болезней, так и по отдельным классам и нозологическим формам;
- как по отдельным территориям, так и по конкретным лечебно-профилактическим учреждениям;
- по терапевтическим (педиатрическим) участкам;
- применительно к отдельным возрастным группам населения (дети, подростки, взрослые).

Основным источником информации для таких исследований служат данные обращаемости населения в поликлинические учреждения за медицинской помощью, отражаемые в форме государственной статистической отчетности лечебно-профилактических учреждений №12 «Отчет о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения».

Форма содержит сведения об абсолютном числе случаев заболеваний по классам болезней и отдельным нозологическим формам в соответствии с международной классификацией болезней и травм десятого пересмотра (МКБ-10). С целью возможности сравнения рассчитываются относительные показатели на 1000 населения.

При анализе заболеваемости по формам статистической отчетности возникают задачи трех основных типов: сравнение по-

казателей заболеваемости в возрастных группах, анализ структуры заболеваемости, анализ динамики заболеваемости.

Рассматривая ситуацию в целом по городу, следует отметить, что за последние пять лет отмечается негативная тенденция прироста заболеваний среди населения всех возрастных групп. Так, в 2008 г. темп прироста общей заболеваемости относительно 2004 г. составил 6,4%. Рост распространенности заболеваний зарегистрирован по 13 классам болезней. Наиболее высокие темпы прироста среди всего населения отмечены по осложнениям беременности, родов и послеродового периода (+43,2%), болезням системы кровообращения (+33,0%), болезням нервной системы (+21,9%) и мочеполовой системы (+19,4%). В то же время темп снижения заболеваемости зарегистрирован по 5 классам болезней, в т.ч. по отдельным состояниям, возникающим в перинатальном периоде (-36,5%), болезням кожи и подкожной клетчатки (-26,7%), некоторым инфекционным и паразитарным болезням (-22,0%), что видно из таблицы 3.1.

Таблица 3.1

Показатели общей заболеваемости населения по основным классам болезней (на 1000 населения)

Наименования классов болезней	Годы					Темп прироста, снижения (к уровню 2004 г.) %
	2004	2005	2006	2007	2008	
Все классы болезней	1408,2	1406,1	1404,1	1470,6	1499,2	+6,4
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	57,51	50,01	45,28	45,77	44,84	-22,0
Новообразования	31,10	29,31	31,40	32,19	35,75	+14,9
Болезни крови и кроветворных органов	6,71	6,55	5,95	5,63	6,92	+3,1
Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ	62,14	62,66	64,65	62,52	62,0	-0,2
Психические расстройства и расстройства поведения	6,26	8,88	7,51	5,20	6,42	+2,5

Продолжение табл. 3.1

Наименования классов болезней	Годы					Темп прироста, снижения (к уровню 2004 г.) %
	2004	2005	2006	2007	2008	
Болезни нервной системы	53,96	57,23	61,34	63,11	65,78	+21,9
Болезни глаза и его придаточного аппарата	117,11	116,51	122,38	103,13	123,51	+5,4
Болезни уха и сосцевидного отростка	41,30	39,60	41,12	44,56	42,10	+1,9
Болезни системы кровообращения	210,71	214,22	218,97	246,75	280,31	+33,0
Болезни органов дыхания	330,40	327,63	317,90	336,94	332,33	+0,5
Болезни органов пищеварения	111,15	112,95	111,11	110,70	111,43	+0,2
Болезни кожи и подкожной клетчатки	61,85	52,80	52,73	52,88	45,34	-26,7
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	99,20	102,75	105,6	105,54	108,37	+9,2
Болезни мочеполовой системы	98,57	103,04	107,99	115,79	117,78	+19,4
Беременность, роды и послеродовой период*	55,9	64,12	70,64	78,81	80,1	+43,2
Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	64,19	51,54	50,59	52,82	40,75	-36,5
Врожденные аномалии (пороки развития)	5,65	5,44	5,36	5,27	5,11	-9,5
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	61,53	64,56	63,52	67,42	66,61	+8,2

*) - на 1000 женщин в возрасте 15-49 лет.

В структуре распространенности заболеваний среди всего населения г. Воронежа лидирующее место на протяжении последних 5 лет принадлежит болезням органов дыхания (22,2%) и системы кровообращения (18,7%). Третье и четвертое ранговые

места занимают болезни глаза и его придаточного аппарата (8,2%) и болезни мочеполовой системы (7,9%), пятое место принадлежит болезням органов пищеварения (7,4%).

Среди взрослого населения (18 лет и старше) зарегистрирован рост общей заболеваемости по 9 классам болезней и снижение - по 8. Наиболее высокие темпы прироста отмечаются по осложнениям беременности, родов и послеродового периода (+39,6%), болезням системы кровообращения (+30,7%), болезням мочеполовой системы (+18,1%), болезням нервной системы (+15,5%). В то же время уровни снижения заболеваемости отмечены по новообразованиям (-40,3%), некоторым инфекционным и паразитарным болезням (-31,5%), болезням кожи и подкожной клетчатки (-31,3%) (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Показатели общей заболеваемости взрослого населения
по основным классам болезней (на 1000)

Наименования классов болезней	Годы					Темп прироста, снижения (к уровню 2004 г.) %
	2004	2005	2006	2007	2008	
Все классы болезней	1400,2	1291,8	1307,8	1491,9	1401,0	+0,05
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	61,71	50,44	44,46	53,95	42,24	-31,5
Новообразования	69,28	34,34	36,64	66,52	41,35	-40,3
Болезни крови и кроветворных органов	6,12	6,08	5,44	4,82	5,77	-5,7
Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ	66,71	67,17	68,64	68,98	64,80	-2,8
Психические расстройства и расстройства поведения	7,09	9,14	8,11	7,40	7,01	-1,1
Болезни нервной системы	53,49	55,26	58,97	60,61	61,82	+15,5
Болезни глаза и его придаточного аппарата	114,92	114,38	118,07	124,27	120,39	+4,7

Продолжение табл.3.2

Наименования классов болезней	Годы					Темп прироста, снижения (к уровню 2004 г.) %
	2004	2005	2006	2007	2008	
Болезни уха и сосцевидного отростка	34,6	38,07	39,76	40,81	38,49	+11,2
Болезни системы кровообращения	251,02	254,52	258,63	292,72	328,13	+30,7
Болезни органов дыхания	212,33	207,41	204,22	223,03	214,31	+0,9
Болезни органов пищеварения	105,84	104,14	103,7	105,29	105,28	-0,5
Болезни кожи и подкожной клетчатки	52,46	44,33	46,14	45,83	36,02	-31,3
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	101,33	104,16	106,76	107,77	110,77	+9,3
Болезни мочеполовой системы	109,08	113,70	118,54	127,60	128,81	+18,1
Беременность, роды и послеродовой период*	60,59	68,64	75,2	83,28	84,6	+39,6

**) - на 1000 женщин в возрасте 15-49 лет.*

В структуре заболеваемости взрослого населения приоритетное ранговое место занимают болезни системы кровообращения (23,42%), второе - болезни органов дыхания (15,29%), третье - болезни мочеполовой системы (9,19%), четвертое - болезни глаза и его придаточного аппарата (8,59%), пятое - болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (7,9%).

3.3. Состояние здоровья детского и подросткового населения

В возрастной группе детского населения (0 - 14 лет включительно) за последние пять лет в целом по городу отмечается снижение общей заболеваемости на 16,8%. В то же время анализ динамики заболеваемости по данным информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2004-2008 г.г. свиде-

тельствует о тенденции роста заболеваемости по 6 классам болезней. Наиболее высокие темпы прироста общей заболеваемости зарегистрированы по болезням уха и сосцевидного отростка (+92,1%), болезням нервной системы (+53,9%), болезням крови и кроветворных органов (+23,4%), болезням мочеполовой системы (+15,5%). Одновременно произошло снижение уровней по 11 классам болезней. Так, темп снижения составил: по психическим расстройствам и расстройствам поведения - 97,0%, отдельным состояниям, возникающим в перинатальном периоде - 40,9%, болезням кожи и подкожной клетчатки - 28,6% (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Показатели общей заболеваемости детей до 14 лет по основным классам болезней (на 1000 населения)

Наименования классов болезней	Годы					Темп прироста, снижения (к уровню 2004 г.), %
	2004	2005	2006	2007	2008	
Все классы болезней	2537,7	2151,3	2057,2	2425,5	2110,9	-16,8
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	86,59	55,09	58,44	64,27	67,14	-22,4
Новообразования	5,43	3,98	3,86	5,01	4,47	-17,6
Болезни крови и кроветворных органов	13,04	10,92	10,66	12,78	16,10	+23,4
Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ	36,35	29,09	33,90	32,98	35,06	-3,5
Психические расстройства и расстройства поведения	127,73	9,60	5,44	95,49	3,81	-97,0
Болезни нервной системы	52,49	62,22	68,38	71,51	80,79	+53,9
Болезни глаза и его придаточного аппарата	122,31	115,06	124,19	133,88	129,9	+6,2
Болезни уха и сосцевидного отростка	36,91	56,84	57,22	77,08	70,94	+92,1

Продолжение табл.3.3

Наименования классов болезней	Годы					Темп прироста, снижения (к уровню 2004 г.), %
	2004	2005	2006	2007	2008	
Болезни системы кровообращения	10,65	8,57	8,80	9,31	8,98	-15,6
Болезни органов дыхания	1153,6	1079,5	1061,0	1100,1	1091,8	-5,3
Болезни органов пищеварения	163,78	148,83	143,38	142,62	134,38	-17,9
Болезни кожи и подкожной клетчатки	145,65	118,85	105,18	97,53	103,99	-28,6
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	69,03	78,49	79,09	74,43	64,36	-6,7
Болезни мочеполовой системы	42,72	42,46	46,61	48,81	49,34	+15,5
Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	68,97	50,22	50,03	53,20	40,75	-40,9
Врожденные аномалии (пороки развития)	29,72	27,8	29,39	29,35	27,15	-8,6
Травмы и отравления	77,20	86,62	85,82	93,07	87,3	+13,1

Наиболее высокие уровни распространенности болезней крови, регистрируются в Железнодорожном районе (24,0 на 1000 детского населения); болезней нервной системы - в Коминтерновском (225,37 на 1000) и Ленинском (200,0 на 1000) районах; болезней мочеполовой системы - также в Коминтерновском (37,1 на 1000) и Ленинском (50,0 на 1000) районах.

В структуре заболеваемости детей первое ранговое место принадлежит болезням органов дыхания (51,72%), второе – болезням органов пищеварения (6,36%), третье - болезням глаза и его придаточного аппарата (6,15%), четвертое - болезням кожи и подкожной клетчатки (4,92%). Территориальные различия болезней органов дыхания по зонам обслуживания детских поликлиник представлены на рис.3.6.

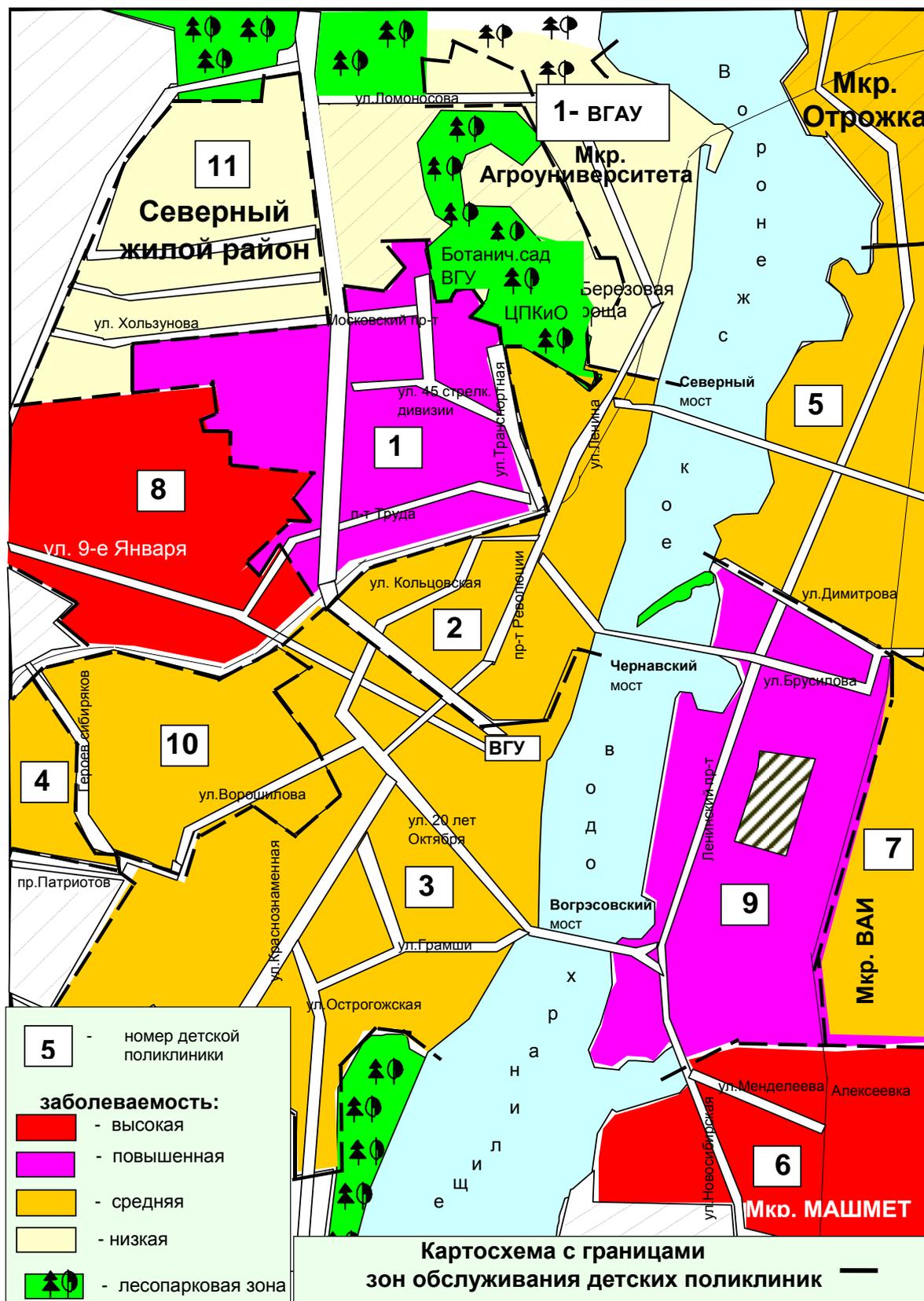


Рис.3.6. Схема зонирования г.Воронежа по болезням органов дыхания - заболеваемость в случаях на 1000 детей (Мкр. - городские микрорайоны)

В возрастной группе подростков (15-17 лет включительно) в 2008 г. в целом регистрируется рост общей заболеваемости по сравнению с 2004 г. на 8,1%. Отмечается рост распространенности 9 классов заболеваний, из которых наиболее высокие темпы прироста выявлены по болезням кожи и подкожной клетчатки (+120,9%), болезням системы кровообращения (+72,5%), травмам, отравлениям и некоторым другим последствиям воздействия внешних причин (+54,2%), болезням нервной системы (+39,0%), болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани (+32,8%), болезням мочеполовой системы (29,0%). В то же время темп снижения заболеваемости по ряду классов болезней составил: по психическим расстройствам и расстройствам поведения - 99,2%, некоторым инфекционным и паразитарным болезням - 30,9% (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Показатели общей заболеваемости подростков 15-17 лет
(на 1000 населения)

Наименования классов болезней	Годы					Темп прироста, снижения (к уровню 2004 г.), %
	2004	2005	2006	2007	2008	
Все классы болезней	1682,9	1424,7	1482,8	1692,4	1818,7	+8,0
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	46,57	25,99	24,50	27,96	32,18	-30,9
Новообразования	5,11	3,33	4,48	5,11	4,63	-9,4
Болезни крови и кроветворных органов	3,38	3,26	2,97	3,39	3,32	-1,7
Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ	69,73	65,94	71,85	82,0	87,22	+25,0
Психические расстройства и расстройства поведения	80,16	1,66	1,41	1,61	0,59	-99,2

Продолжение табл.3.4

Наименования классов болезней	Годы					Темп прироста, снижения (к уровню 2004 г.), %
	2004	2005	2006	2007	2008	
Болезни нервной системы	81,52	76,32	88,59	101,11	113,36	+39,0
Болезни глаза и его придаточного аппарата	183,56	152,10	203,19	231,90	180,5	-1,6
Болезни уха и сосцевидного отростка	23,95	19,57	22,99	26,23	30,84	+28,7
Болезни системы кровообращения	17,36	15,23	21,17	24,16	29,95	+72,5
Болезни органов дыхания	529,87	498,93	487,98	556,94	626,33	+18,2
Болезни органов пищеварения	190,86	170,99	167,64	191,32	186,65	-2,2
Болезни кожи и подкожной клетчатки	33,25	28,59	36,37	41,51	73,48	+120,9
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	154,56	135,51	157,17	179,37	205,26	+32,8
Болезни мочеполовой системы	62,85	64,02	70,65	80,63	81,11	+29,0
Беременность, роды и послеродовой период	3,03	2,58	1,33	1,52	2,2	-27,4
Врожденные аномалии (пороки развития)	26,24	21,44	20,27	23,14	21,53	-17,9
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	52,19	61,58	58,28	56,5	80,51	+54,2

Среди административных территорий города по распространенности болезней кожи и подкожной клетчатки, системы кровообращения, эндокринной системы, нервной системы лиди-

рует Коминтерновский район, а по болезням органов дыхания - Железнодорожный район.

В структуре заболеваемости подростков на первом ранговом месте находятся болезни органов дыхания (34,44%), на втором - болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (11,28%), на третьем - болезни органов пищеварения (10,26%), на четвертом - болезни глаза и его придаточного аппарата (9,92%), на пятом - болезни нервной системы (6,23%).

3.4. Экологически обусловленные заболевания

Как известно, *экологически обусловленные заболевания* — это заболевания, проявляющиеся среди населения какого-либо региона, подверженного воздействию вредных факторов среды обитания (химических веществ, физических факторов и т.д.), в виде характерных симптомов, синдромов или иных неспецифических отклонений, свойственных данному вредному экологическому фактору, который их провоцирует. В настоящее время нет оснований отрицать наличие экологически обусловленных заболеваний, их следует искать в общем потоке патологических проявлений, вызванных экзогенными химическими, физическими и другими факторами человеческого бытия. Очевидное неблагоприятное воздействие на формирование популяционного здоровья населения оказывает антропогенное загрязнение окружающей среды, многократно подтвержденное различными региональными исследованиями [11,28,29,33,38].

Согласно российским статистическим данным, общая заболеваемость в экологически неблагоприятных регионах в 1,5 - 5 раз выше, чем в относительно мало затронутых хозяйственной деятельностью. Повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха или питьевой воды, наличие ксенобиотиков в продуктах питания вызывают рост таких заболеваний, как нарушения эндокринной системы и обмена веществ, поражения органов дыхания и пищеварения, снижение иммунитета, бронхиальная астма, аллергический ринит, холецистит, желчнокаменная болезнь, холангит, камни в почках и мочеточниках, раковые заболевания, врожденные аномалии и некоторые другие. При этом негативное воз-

действие могут оказывать не только индивидуальные химические соединения, органические или неорганические, но и их различные сочетания с проявлением синергизма или антагонизма.

Суммарный вклад экологических факторов в смертность населения России оценивается на уровне 4-5% и занимает третье место после общих и социальных факторов.

Все экологически обусловленные заболевания можно разделить на две группы:

◆ заболевания, связанные с действием природно-обусловленных причин (или так называемые эндемичные заболевания) — избытком или недостатком отдельных элементов в питьевой воде, местных продуктах питания, воздействием экстремальных климатических условий и т. д.

◆ заболевания, связанные с деятельностью человека (или техногенно-обусловленные). В этой группе заболеваний следует различать: 1) заболевания, вызванные длительным (постоянным) воздействием того или иного вредного фактора или их сочетаний на организм человека (при этом они проявляются повышенным по сравнению с фоновым уровнем и/или по сравнению с другими территориями уровнем заболеваемости известными болезнями); 2) заболевания, вызванные резким внезапным значительным увеличением уровня воздействия какого-либо вредного фактора химической или физической природы во внешней среде (как правило, в результате аварий). При этом на контролируемой территории наблюдается резкое увеличение (вспышка) «новых» или уже известных заболеваний.

Одним из методов доказательства влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на заболеваемость населения является оценка достоверности различий среднемноголетних показателей по территориям, отличающимся по уровню загрязнения объектов окружающей среды (атмосферного воздуха, питьевой воды и других факторов, общих для конкретной территории) в сочетании с алгоритмами корреляционного анализа.

В промышленно-развитых городах к числу ведущего экологического фактора, воздействующего на здоровье населения, в первую очередь, относят загрязнение воздушного бассейна, определяющего экологические различия городской среды обитания. Ранее нами уже отмечена приоритетная роль уровня загрязнения

атмосферного воздуха города Воронежа в формировании общественного здоровья (работы Н.П. Мамчика, С.А. Куролапа, О.В. Клепикова, С.А. Епринцева с соавт., 1997, 2002, 2006, 2009) [9,10,18,19,36,37].

Для уточнения и детализации пространственных и временных связей в системе «загрязнение атмосферного воздуха – здоровье населения» нами проведено сравнение двух экологически контрастных микрорайонов города: территории с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (промышленная территория Левобережного района вблизи крупнейшего промышленного объекта города ОАО «Воронежсинтезкаучук») и территории с относительно низким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (Правобережная северная внепромышленная территория вблизи Агроуниверситета).

Использовались данные лабораторного контроля уровня загрязнения атмосферного воздуха на маршрутных постах наблюдения за 1996-2008 гг. и информация о заболеваемости населения (по данным обращаемости за медицинской помощью в лечебно-профилактические учреждения) за 13 лет по классам болезней и отдельным нозологическим формам, наиболее вероятно связанным с высокой аэротехногенной нагрузкой: общая заболеваемость по всем классам болезней; болезни органов дыхания, (в т.ч., аллергический ринит /поллиноз/, хронический фарингит, назофарингит, синусит, ринит, хронические болезни миндалин, аденоидов, астма и астматический статус, пневмонии); болезни нервной системы; болезни эндокринной системы; болезни крови и кроветворных органов; болезни кожи и подкожной клетчатки (в т.ч. атопический дерматит); врожденные пороки развития. При этом применялись интенсивные показатели заболеваемости в расчете 1000 населения соответствующего возраста (дети, взрослые).

Мониторинг качества воздушной среды в промышленном левобережье (маршрутный пост по ул. Г. Стратосферы, 8) по данным среднесуточных концентраций свидетельствует о превышении гигиенических нормативов содержания в атмосферном воздухе оксида марганца - в 1,88 раза, формальдегида - в 1,75 раз, диоксида серы - в 1,72 раза,

взвешенных веществ (пыли) - в 1,71 раза, диоксида азота - в 1,23 раза.

Средний годовой индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) по сумме данных приоритетных загрязнителей за многолетний период (1996-2008 гг.) составляет 13,7. Наибольшее его значение (17,5) приходится на 2000 год.

В качестве контроля выбрана северная непромышленная территория города, на которой проживает около 13 тысяч детей в возрасте до 14 лет. Условно-чистая территория характеризуется вполне рациональной функционально-планировочной инфраструктурой, отсутствием промышленных предприятий и высокой степенью озеленения, т.к. расположена вблизи пригородной лесопарковой зоны.

Для данной территории характерны единичные незначительные превышения максимально разовых концентраций по диоксиду азота - в 1,2 раза, оксиду углерода – в 1,3 раза в зоне воздействия уличных автомагистралей. Превышения среднесуточных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по данным лабораторного контроля (маршрутный пост по ул. Дарвина, 1) практически не регистрируются. ИЗА по сумме приоритетных загрязнителей в различные годы составляет от 1,9 до 3,5 единиц. Эта территория по эколого-гигиеническим параметрам аэротехногенной нагрузки наиболее близка к современным требованиям безопасности среды обитания.

Результаты проведенного нами анализа многолетних данных заболеваемости детей, обусловленной неблагоприятным воздействием аэротехногенной нагрузки, свидетельствуют о достоверных различиях в уровнях заболеваемости детского населения, проживающего на двух данных внутригородских территориях (табл. 3.5).

Достоверные различия среднемноголетних показателей получены как по общей заболеваемости детей ($T_{расч.} = 17,78 > T_{табл.} = 2,262$ при $p < 0,05$), так и по уровню болезней органов дыхания ($T_{расч.} = 13,66 > T_{табл.} = 2,262$ при $p < 0,05$), в том числе аллергическому риниту, хроническому фарингиту, назофарингиту, синуси-

ту, риниту, астме, пневмониям ($T_{\text{расч.}} = 2,75 \div 9,09 > T_{\text{табл.}} = 2,262$ при $p < 0.05$).

Таблица 3.5

Показатели и достоверность различий средних уровней заболеваемости детей, проживающих в экологически контрастных микрорайонах города

Наименование классов и отдельных болезней	Условно-чистая территория		Промышленная территория		T _{расч.} **	Достоверность различий (T _{табл.} = 2,2)
	Среднее значение M±m *	Верхняя доверительная граница	Среднее значение M±m *	Верхняя доверительная граница		
Все классы болезней	602,98 ± 35,91	685,92	1438,96 ± 0,34	1503,91	17,78	+
Болезни органов дыхания	476,69 ± 29,21	544,15	976,13 ± 21,97	1030,04	13,66	+
Аллергический ринит (поллиноз)	1,37±0,36	2,20	4,19±0,94	6,17	2,80	+
Хронический фарингит, назофарингит, синусит, ринит	2,60±0,55	3,86	4,57±0,46	5,68	2,75	+
Хронические болезни миндалин, аденоидов	2,89±0,45	3,94	5,10±3,20	11,96	0,68	-
Бронхит хронический	0,15±0,05	0,27	4,12±0,68	5,57	5,79	+
Астма, астматический статус	0,81±0,17	1,20	2,71±0,25	3,24	6,36	+
Пневмонии	0,87±0,14	1,19	5,30±0,47	6,31	9,09	+
Болезни нервной системы	9,30±1,66	13,14	134,41± 5,33	145,86	22,41	+
Болезни эндокринной системы	1,82±0,48	2,93	6,12±0,76	7,84	4,77	+
Болезни крови и кроветворных органов	2,80±0,28	3,45	4,29±0,65	5,77	2,10	-
Болезни кожи и подкожной клетчатки	5,17±1,33	8,24	19,21 ±1,49	22,37	7,04	+
Из них: атопический дерматит	0,72±0,45	1,77	1,50±0,27	2,12	1,46	-
Врожденные пороки развития	0,09±0,03	0,15	4,34±0,40	5,19	10,74	+

*) M – среднее значение, m – ошибка среднего значения.

**) T_{расч.} – критерий Стьюдента.

Кроме того установлено достоверное различие показателей заболеваемости по болезням нервной, эндокринной систем, кожи и подкожной клетчатки, врожденным порокам развития, что свидетельствует о значительном вкладе в их проявление высокого уровня воздействия неблагоприятных факторов среды обитания.

Анализ тенденции изменения показателей заболеваемости детей, проживающих на территории с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, свидетельствует о неблагоприятной ситуации по таким заболеваниям как болезни органов дыхания, показатель которых в 1997, 1998, 2003 г.г. превышал верхнюю доверительную границу (1030,04 на 1000 детей); в том числе аллергический ринит (2003-2006 г.г.) при максимальном значении 8,31 на 1000 детей в 2006 году, превышающем в 3,8 раз верхнюю доверительную границу. Аналогичная ситуация складывается по болезням крови и кроветворных органов в 2007-2008 г.г.: показатели заболеваемости детей превышают верхнюю доверительную границу (5,77 на 1000 детей).

Рассчитанный нами прогноз на следующий год по линейному многолетнему тренду предполагает рост показателей заболеваемости детского населения аллергическим ринитом до 10,11 на 1000 детей.

Однако и на территории с низким уровнем загрязнения атмосферного воздуха в некоторые годы показатели заболеваемости детей пневмонией (1,2 на 1000 детей в 2002 г.), атопическим дерматитом (5,58 на 1000 детей в 2003 г.), аллергическим ринитом (2,39 - 3,29 на 1000 детей в 2004-2007 г.г.) превышают показатели верхней доверительной границы, что вызывает беспокойство.

Обращает на себя внимание тесная корреляционная связь между загрязнением атмосферного воздуха и теми болезнями, которые, согласно многочисленным литературным источникам, в патогенезе имеют экологически обусловленную зависимость.

Выполненный нами анализ парной корреляции между показателями заболеваемости детей, проживающих на территории с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, и среднегодовыми концентрациями загрязняющих веществ свидетельствует о достоверной положительной связи

между показателями суммарного загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) и заболеваемостью детей болезнями органов дыхания ($r=0,43$), в том числе астмой, астматическим статусом ($r=0,64$), болезнями крови ($r=0,58$), врожденными аномалиями ($r=0,53$), а также между диоксидом серы и аллергическим ринитом ($r=0,62$), фенолом и хроническими болезнями верхних дыхательных путей ($r=0,57$), формальдегидом и врожденными аномалиями (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Оценка связи заболеваемости детского населения с уровнем загрязнения атмосферного воздуха экологически контрастных микрорайонов города

Наименования болезней	Фактор влияния	Коэффициент корреляции *
Болезни органов дыхания	углерода оксид	0,63
	сажа	0,35
	индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА)	0,43
Аллергический ринит	серы диоксид	0,62
Хронический фарингит, нозофарингит, синусит, ринит	сажа	0,55
Хронические болезни миндалин, аденоидов	фенол	0,57
	сажа	0,48
	индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА)	0,35
Астма, астматический статус	индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА)	0,64
	азота диоксид	0,54
	углерода оксид	0,51
	взвешенные вещества (пыль)	0,42
	серы диоксид	0,39
Пневмонии	азота диоксид	0,49
Болезни крови и кроветворных органов	индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА)	0,58
Врожденные аномалии (пороки развития)	углерода оксид	0,46
	формальдегид	0,67
	индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА)	0,53

*) Приведены статистически достоверные коэффициенты ($p<0.05$).

Представленный перечень болезней детского населения необходимо рассматривать как комплекс болезней, обусловленных качеством воздушного бассейна крупного промышленного центра. К ним, в первую очередь, следует отнести 3 класса болезней: органов дыхания, крови и кроветворных органов, врожденные аномалии (пороки развития).

При сравнительном анализе заболеваемости взрослого населения на двух изучаемых территориях отмечено, что достоверные различия прослеживаются по болезням эндокринной системы, органов дыхания, врожденным порокам развития ($T_{расч.} = 2,57 - 4,25 < T_{табл.} = 2,262$, при $p < 0.05$) (табл. 3.7).

Таблица 3.7

Показатели и достоверность различий средних уровней заболеваемости взрослого населения, проживающего в экологически контрастных микрорайонах города

Наименования классов болезней	Условно-чистая территория		Промышленная территория		$T_{расч.}^{**}$	Достоверность различий ($T_{табл.} = 2,2$)
	Среднее значение $M \pm m$ *	Верхняя доверительная граница	Среднее значение $M \pm m$ *	Верхняя доверительная граница		
По всем классам заболеваний	1180,3 $\pm 38,9$	1278,5	1262,6 \pm 52,1	1320,5	2,35	+
Болезни органов дыхания	355,52 $\pm 12,3$	388,1	329,25 $\pm 8,3$	401,3	2,57	+
Болезни нервной системы	162,7 \pm 8, 1	172,23	150,5 \pm 14,7	169,7	1,72	-
Болезни эндокринной системы	22,30 $\pm 0,40$	25,87	45,78 \pm 2,27	58,63	4,25	+
Болезни крови и кроветворных органов	5,72 \pm 1,2 5	7,72	3,59 \pm 0,87	4,43	1,47	-
Болезни кожи и подкожной клетчатки	50,2 \pm 0,71	62,35	63,25 \pm 1, 7	78,73	0,98	-
Врожденные пороки развития	4,83 \pm 0,5 9	6,35	3,11 \pm 0,23	4,89	3,67	+

*) M – среднее значение, m – ошибка среднего значения.

**) $T_{расч.}$ – критерий Стьюдента.

По сравнению с детским населением достоверные различия уровня заболеваемости взрослого населения встречаются реже. С одной стороны, это обусловлено тем фактом, что детское население более «привязано» к району постоянного проживания, т.е. дети посещают детские дошкольные учреждения, школы, как правило, ситуационно расположенные в этом же районе. Взрослое же население сильно мигрирует в течение дня в пределах города, поскольку место проживания и место трудовой деятельности в подавляющем большинстве случаев располагаются в разных районах города. С другой стороны, для взрослого населения в формирование его здоровья могут вносить существенный вклад производственные факторы и образ жизни (характер питания, вредные привычки и др.), эффект воздействия которых значительно сильнее, чем качество атмосферы района проживания. Более устойчивы различия по 2-м классам болезней: органов дыхания и эндокринной системы.

Таким образом, результаты корреляционного анализа позволили подтвердить гипотезу о существенном вкладе уровня загрязнения воздуха в формирование заболеваемости населения, и особенно детского, которое наиболее «привязано» к району проживания. «Ответная реакция» как детского, так и взрослого населения на повышенное загрязнение воздушного бассейна проявляется в увеличении риска формирования ряда хронических заболеваний, прежде всего, со стороны органов дыхания.

Аналогичный подход реализован нами (с участием В.А. Корчагиной, 2009 [16]) для оценки связи показателей качества питьевой воды и заболеваемости населения, этиологически обусловленной воздействием водного фактора. Перечень заболеваний, этиология которых может быть связана с водным фактором, был составлен исходя из рекомендаций Всемирной организации здравоохранения. Анализ проводился по 6 муниципальным районам Воронежского городского округа и 3 пригородным поселкам (Боровое, Масловка, Краснолесный) за 6 лет с 2002 по 2007 г.г.

Наиболее характерные корреляционные зависимости отражены в таблице 3.8. В отличие от атмосферы, практически все корреляционные связи невысоки, но заслуживают внимания как типичные тенденции в системе «качество воды – здоровье».

Таблица 3.8

Статистические связи между заболеваемостью детского населения и качеством питьевой воде (коэффициенты корреляции) *

Наименования классов болезней и нозологий	Показатели качества питьевой воды					
	бор	железо	жесткость	марганец	нитраты	хлориды
Язва желудка	0,18	-	-	0,16	-	-0,15
Болезни кожи	0,12	-0,10	-	0,15	0,16	-0,12
Болезни крови	0,23	-0,19	-0,11	0,27	-	-
Анемия	0,21	-	-	-	0,10	-0,15
Болезни системы кровообращения	-	-	-	0,15	-	-0,36
Болезни мочеполовой системы	0,30	-	-0,14	0,13	0,16	0,22
Болезни нервной системы	0,22	-	0,16	-	-	-

*) прочерк означает отсутствие значимых корреляций.

По результатам корреляционного анализа и проверки статистической значимости результатов по критерию Стьюдента установлено:

1) наличие **бора** в питьевой воде может вносить вклад в заболевания детей по следующим нозологиям: а) болезни мочеполовой системы ($r=0,3$; $T_{расч.}=2,73 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$); б) болезни крови ($r=0,23$; $T_{расч.}=2,76 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$); в) болезни нервной системы ($r=0,22$; $T_{расч.}=2,73 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$); г) анемия ($r=0,21$; $T_{расч.}=2,52 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$); д) язва желудка ($r=0,18$; $T_{расч.}=2,12 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$);

2) повышенное содержание **железа** и **фтора** в питьевой воде не вносит достоверного неблагоприятного вклада в формирование заболеваний (железо нормируется по органолептическому признаку);

3) повышенная **жесткость** питьевой воды вносит вклад в формирование заболеваний по болезням нервной системы ($r=0,16$; $T_{расч.}=2,67 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$), вместе с тем сила связи расценивается как довольно слабая;

4) прослеживается взаимосвязь между концентрацией *марганца* в питьевой воде и уровнем заболеваемости детей по следующим классам болезней и нозологиям: а) болезни крови ($r=0,27$; $T_{\text{расч.}}=4,55 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$); б) язва желудка ($r=0,16$; $T_{\text{расч.}}=2,48 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$); в) болезни сердечно-сосудистой системы ($r=0,15$; $T_{\text{расч.}}=2,38 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$); г) болезни кожи ($r=0,15$; $T_{\text{расч.}}=2,29 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$); д) болезни мочеполовой системы ($r=0,13$; $T_{\text{расч.}}=2,03 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$);

5) содержание *нитратов* в питьевой воде может вносить вклад в заболевания детей по следующим нозологиям: а) болезни мочеполовой системы ($r=0,16$; $T_{\text{расч.}}=2,62 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$); б) болезни кожи ($r=0,16$; $T_{\text{расч.}}=2,51 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $N=223$ и $P<0,05$);

7) содержание *хлоридов* в питьевой воде может вносить вклад в болезни мочеполовой системы детского населения ($r=0,22$; $T_{\text{расч.}}=3,60 > T_{\text{табл.}}=1,96$ и $P<0,05$).

Таким образом, наибольший потенциальный риск для здоровья детского населения связан с повышенной концентрацией бора в питьевой воде, а наиболее лабильной (чувствительной) группой заболеваний, связанных с водным фактором, являются болезни мочеполовой системы и болезни крови.

Аналогичный подход в оценке корреляционных связей был применен для взрослого населения (табл. 3.9).

По результатам корреляционного анализа и проверки статистической значимости установлено:

1) содержание *бора* в питьевой воде может вносить вклад в заболевания взрослого населения по следующим нозологиям: а) болезни системы кровообращения ($r=0,38$; $T_{\text{расч.}}=5,15 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$); б) гипертоническая болезнь ($r=0,26$; $T_{\text{расч.}}=4,82 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$); в) болезни эндокринной системы ($r=0,22$; $T_{\text{расч.}}=2,7 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$); г) мочекаменная болезнь ($r=0,18$; $T_{\text{расч.}}=2,21 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$);

2) содержание *железа* в питьевой воде по результатам корреляционного анализа не вносит достоверного неблагоприятного вклада в формирование заболеваний;

Таблица 3.9

Статистические связи между заболеваемостью детского населения и качеством питьевой воде (коэффициенты корреляции) *

Наименования классов болезней и нозологий	Показатели качества питьевой воды					
	бор	железо	жесткость	марганец	нитраты	хлориды
Язва желудка	-	-	0,19	-	-	0,16
Болезни кожи и подкожной клетчатки	-	-	-	-	0,20	-
Атопический дерматит	-0,12	-0,12	0,35	-	-	0,35
Болезни эндокринной системы	0,22	-	-	0,12	0,25	-
Болезни системы кровообращения	0,38	-	-0,16	0,16	-	-
Гипертоническая болезнь	0,26	-	-	0,13	-	-
Болезни мочеполовой системы	0,15	-0,11	-	-	0,11	-
Мочекаменная болезнь	0,18	-0,15	-0,10	-	0,11	-
Болезни костно-мышечной системы	-	-	-	0,14	-0,10	-

*) прочерк означает отсутствие значимых корреляций.

3) **жесткость** питьевой воды может вносить вклад в заболевания взрослых по следующим нозологиям: а) атопический дерматит ($r=0,35$; $T_{расч.}=6,41 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$); б) язва желудка ($r=0,19$; $T_{расч.}=3,22 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$);

4) содержание **марганца** в питьевой воде может вносить вклад в заболевания взрослых по следующим нозологиям: а) болезни сердечно-сосудистой системы ($r=0,16$; $T_{расч.}=2,53 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$); б) врожденные пороки развития ($r=0,15$; $T_{расч.}=2,37 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$); в) болезни костно-мышечной системы ($r=0,14$; $T_{расч.}=2,14 > T_{табл.}=1,96$ при $P<0,05$);

5) содержание **нитратов** в питьевой воде может вносить вклад в заболевания взрослых по следующим нозологиям: а) бо-

лезни эндокринной системы ($r = 0,25$; $T_{\text{расч.}} = 4,22 > T_{\text{табл.}} = 1,96$ при $P < 0,05$); б) болезни кожи ($r = 0,2$; $T_{\text{расч.}} = 3,38 > T_{\text{табл.}} = 1,96$ при $P < 0,05$);

б) прослеживаются связи концентрации **хлоридов** в питьевой воде и заболеваний взрослых по следующим классам болезней и нозологиям: а) язва желудка ($r=0,16$; $T_{\text{расч.}}=6,33 > T_{\text{табл.}}=1,96$ и $P<0,05$); б) атопический дерматит ($r=0,35$; $T_{\text{расч.}}=2,61 > T_{\text{табл.}}=1,96$ при $P<0,05$).

Как и по детскому населению, более выраженным индикатором ухудшения здоровья взрослого населения является наличие в питьевой воде бора, а более лабильными к водному фактору для взрослого населения являются болезни эндокринной системы и атопический дерматит. Уровни заболеваемости по трем наиболее лабильным к водному фактору классам болезней детского и взрослого населения показаны в динамике и в сравнении со среднеобластными данными в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Заболеваемость населения, обусловленная водным фактором (число случаев на 1000 населения соответствующего возраста)

Территории	Классы болезней *)	Годы					
		2002	2003	2004	2005	2006	2007
Городской округ г.Воронеж	болезни крови	8,5	10,5	13,0	10,9	10,7	12,8
	болезни мочеполовой системы	32,3	36,7	42,7	42,5	46,6	48,8
	болезни эндокринной системы	60,3	62,8	66,7	67,2	68,6	69,0
Воронежская область в целом	болезни крови	17,2	17,9	18,2	17,0	17,2	18,0
	болезни мочеполовой системы	29,7	30,7	32,5	34,6	37,5	38,9
	болезни эндокринной системы	48,4	51,3	54,0	57,8	59,0	59,1

*) болезни крови и мочеполовой системы – для детского населения; болезни эндокринной системы – для взрослого населения.

В целом (особенно по болезням мочеполовой и эндокринной систем) динамика неблагоприятна, что служит «сигнальным» фактором для эколого-гигиенических служб региона. Следует учитывать, что выявленные корреляции хотя и статистически значимы, но по силе связи являются слабовыраженными (как правило, $r < 0,33$) и, в сущности, имеют характер тенденций. Полученный результат во многом обусловлен многофакторностью воздействия внешней среды на здоровье населения, поскольку этиология заболеваний достаточно сложна и многопричинна, а качество питьевой воды, как и уровень загрязнения воздушного бассейна города не является экстремально-опасным и не может выступать как ведущая, приоритетная причина рассматриваемой патологии.

Вместе с тем, даже слабовыраженные статистически значимые корреляции говорят об определенном дополнительном вкладе загрязнения атмосферного воздуха и неудовлетворительного качества питьевой воды в формирование общественного здоровья города Воронежа и могут служить основанием для дальнейшего экспериментального подтверждения установленного формального статистического влияния.

Наряду с аэрогенным и водным факторами риска, здоровье населения во многом определяется качеством питания. Известно, что рациональное, сбалансированное питание является основой нормального роста, развития детей, здорового образа жизни в целом и высокой продолжительности жизни. Так, избыточная по калорийности и расбалансированная пища приводит к ожирению, развитию атеросклероза, диабета. С другой стороны, дефицит витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон формирует факторы риска многих распространенных хронических заболеваний, снижает функциональную активность иммунной системы, оказывает влияние на развитие алиментарно зависимых заболеваний (табл. 3.11, рис.3.7).

Таблица 3.11

Распространенность заболеваний среди детского населения города Воронежа, связанная с алиментарным фактором

Классы болезней и нозологические формы	Годы				
	2004	2005	2006	2007	2008
Гипертоническая болезнь	0,1	0,1	0,1	1,5	1,4
Анемия	7,9	7,7	6,9	7,7	10,7
Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ	36,35	29,09	33,90	32,98	35,06
Болезни системы пищеварения	163,78	148,85	143,38	142,62	134,38
Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки	3,1	2,8	2,4	2,3	1,6
Гастрит и дуоденит	41,1	38,2	35,8	32,9	31,7



Рис. 3.7. Распространенность заболеваний среди взрослого

населения города, связанная с алиментарным фактором

Анализ заболеваемости взрослого и детского населения г. Воронежа за период 2004-2008 г.г. свидетельствует о росте гипертонической болезни среди взрослых на 73,5%, детей – в 19,9 раз; анемий среди детей - на 23,9%.

Неблагоприятные тенденции распространенности эндокринной патологии и йоддефицитных заболеваний среди всех возрастных групп населения Воронежской области предопределили углубленное изучение проблемы йоддефицита в г. Воронеже.

Таблица 3.12

Распространенность диффузного (эндемического) зоба, связанного с йодной недостаточностью, среди всего населения г. Воронежа (на 1000 населения)

Возраст (лет)	Диффузный (эндемический) зоб, связанный с йодной недостаточностью, и другие формы нетоксического зоба									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	средне-голетний	ранг	темп прироста (снижения) %
всего	3,53	4,51	4,04	4,01	3,26	3,31	2,84	3,64	-	-19,36
0-4	0,00	0,06	0,03	0,00	0,05	0,28	0,46	0,13	14	-
5-9	0,68	2,96	1,45	1,44	1,66	2,22	2,97	1,91	11	339,01
10-14	14,0	12,6	9,38	7,57	4,42	5,27	5,83	8,43	3	-58,26
15-17	7,58	8,05	10,4	11,6	11,6	13,1	13,4	10,82	1	76,46
18-19	8,23	9,77	8,12	4,09	3,34	3,16	2,89	5,66	5	-64,88
20-24	4,07	7,77	5,84	5,94	3,47	3,04	2,98	4,73	8	-26,70
25-29	5,03	7,36	6,64	6,89	5,51	5,75	3,96	5,88	4	-21,26
30-34	4,83	5,92	6,77	6,42	5,22	5,38	4,26	5,54	6	-11,78
35-39	4,42	5,86	6,74	6,42	5,66	5,47	4,12	5,53	7	-6,64
40-44	3,40	3,80	3,18	39,7	4,37	4,15	4,20	8,96	2	23,56
45-49	1,60	2,46	2,02	2,57	2,84	2,57	2,62	2,38	9	63,93
50-54	0,97	2,16	1,83	2,35	2,31	2,06	1,91	1,94	10	97,13
55-59	1,34	2,80	1,64	2,52	1,40	1,96	0,78	1,78	12	-41,30
60 и старше	0,21	0,52	0,37	0,53	0,24	0,45	0,16	0,36	13	-27,19

В ходе научно-практической работы по определению роли факторов среды обитания в формировании риска йоддефицитных заболеваний установлено, что при среднеобластном показателе распространенности диффузного (эндемического) зоба, связанного с йодной недостаточностью, за период 2001-2007 г.г. (5,76 на 1000), в г. Воронеже данный показатель составляет 3,64 на 1000 населения, что в 1,6 раза ниже областного уровня (табл. 3.12).

В возрастной структуре населения на первом месте состоят подростки «15-17 лет» (показатель распространенности - 10,82 на 1000), на втором месте - взрослые «40-44 года» (8,96 на 1000); на третьем – дети «10-14 лет» (8,43 на 1000).

В целом, как и по области, отмечается тенденция к снижению данной патологии среди всего населения г. Воронежа с 3,53 на 1000 в 2001 г. до 2,84 на 1000 в 2007 г.; темп снижения составил 19,36%. Однако, среди детей «5-9 лет», где ранее отмечались низкие показатели (1,91 на 1000 при среднеобластном показателе 9,02 на 1000) наблюдается рост диффузного (эндемического) зоба, связанного с йодной недостаточностью, в 4,4 раза.

Несколько иная картина отмечается по распространенности многоузлового (эндемического) зоба, связанного с йодной недостаточностью, среди населения г. Воронежа, где среднемноголетний показатель (4,56 на 1000) превышает показатель распространенности диффузного (эндемического) зоба в 1,3 раза, что нехарактерно для области (табл. 3.13).

Группу риска составляют взрослые «40-49 лет», «60 лет и старше»; «50-54 года», «45-49 лет», «35-39 лет», для которых среднемноголетний показатель данной патологии составляет соответственно 18,95; 10,70; 8,58; 7,81; 7,16 на 1000 населения данной возрастной категории. Как и по области, в г. Воронеже среди населения отмечается рост данной патологии с 2,92 в 2001 г. до 4,47 в 2007 г.; а темп прироста составил 53,08%.

Согласно проведенным исследованиям специалистами Эндокринологического научного центра РАМН с использованием комплексного подхода, основанного на данных частоты увеличения щитовидной железы по результатам ультрасонографии (9,3%), экскреции неорганического йода с мочой (медиана йодурии – 140,7 мкг/л), неонатального скрининга на врожденный гипотиреоз (ТТГ более 5мЕ/л у 30,7% новорожденных), определена

средняя степень йоддефицитных состояний среди населения, проживающего на территории с высоким уровнем антропогенной нагрузки.

Таблица 3.13

Распространенность диффузного (эндемического) зоба, связанного с йодной недостаточностью, среди всего населения г. Воронежа (на 1000 населения)

Возраст (лет)	Многоузловой (эндемический) зоб, связанный с йодной недостаточностью; нетоксический одноузловой; нетоксический многоузловой зоб									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	средне-голетний	ранг	темп прироста (снижения) %
Всего	2,92	4,52	5,13	5,28	4,65	4,93	4,47	4,56		53,08
0-4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,01	14	-
5-9	0,03	0,05	0,06	0,09	0,00	0,25	0,22	0,10	13	764,3
10-14	0,26	0,44	0,42	0,85	1,03	1,13	1,29	0,77	12	394,2
15-17	0,69	1,09	1,82	2,65	3,10	2,95	3,25	2,22	9	373,5
18-19	1,03	2,00	1,00	0,77	1,06	0,91	0,95	1,10	11	-7,88
20-24	0,68	1,92	1,72	2,15	1,38	1,17	1,18	1,46	10	72,20
25-29	1,81	2,89	2,97	3,30	2,75	2,72	2,34	2,68	8	29,24
30-34	2,46	4,49	5,95	5,87	5,08	5,60	4,81	4,90	6	95,70
35-39	4,38	7,39	8,90	8,42	6,68	7,55	6,82	7,16	5	55,95
40-44	5,50	7,07	8,26	87,1	7,50	8,65	8,59	18,95	1	56,18
45-49	6,20	7,76	9,18	9,02	7,27	7,66	7,58	7,81	4	22,31
50-54	6,08	8,88	9,59	9,96	8,64	9,18	7,76	8,58	3	27,64
55-59	8,46	14,4	13,5	11,5	9,80	9,75	7,45	10,70	2	-11,95
60 и старше	1,89	3,06	3,81	4,04	4,16	4,32	3,98	3,61	7	110,7

На основе комплексных гигиенических исследований установлено, что фактором риска в формировании йоддефицитных заболеваний является дефицит йода в компонентах среды обитания.

С целью оценки содержания йода в питьевой воде, подаваемой населению г. Воронежа, лабораторно исследовано 2000 проб

питьевой воды, однако, ни в одной пробе микроэлемент не обнаружен на уровне более 0,05 мг/дм³.

Согласно проведенным лабораторным исследованиям среднее содержание йода в почвах варьирует от 4,8 до 5,6 мг/кг. Однако, наряду с достаточным содержанием валового (связанного) йода, количество водорастворимого йода (подвижных форм) составило 0,05-0,06 мг/кг, а именно водорастворимые формы йода являются эфемерными и вовлекаются в биологический круговорот в системе «почва-растение».

Изученное содержание йода в продуктах питания местного производства показало, что среднее содержание микроэлемента в крупах составило 3,0 мкг/100 г продукта и значительно ниже данных литературы (4,2 мкг/100 г). Содержание йода в картофеле, капусте, луке находилось на уровне средних российских значений; в свекле, томатах, моркови - в 1,3-1,5 раза ниже средней величины. Из особенностей микроэлементного состава мяса следует отметить значительный дефицит йода в свинине (в 1,9 раза ниже среднего уровня). Содержание микроэлемента в молочной продукции незначительно отличалось от средних значений.

Данные лабораторного анализа 53 суточных рационов свидетельствовали, что дефицит йода составил 30% суточной потребности.

В соответствии с современными представлениями о патогенезе эндемического зоба на региональном уровне изучено струмогенное действие ряда химических веществ, загрязняющих окружающую среду, и способствующих формированию йоддефицитных заболеваний среди населения, что позволило обосновать сочетанный характер зобной эндемии в промышленном мегаполисе – г. Воронеже, выражающийся в 30% дефиците поступления йода в организм человека и струмогенном эффекте ксенобиотиков. Установлена корреляционная связь болезней эндокринной системы с загрязнением атмосферного воздуха стиролом ($r=0,83$), взвешенными веществами ($r=0,73$); азота диоксидом ($r=0,71$), марганцем ($r=0,56$), а также с загрязнением марганцем питьевой воды ($r=0,32$) и почвы ($r=0,64$).

На рисунке 3.8 представлена динамика заболеваемости населения г. Воронежа диффузным (эндемическим) зобом, связанным с микронутриентной недостаточностью, и загрязнения питьевой воды марганцем.

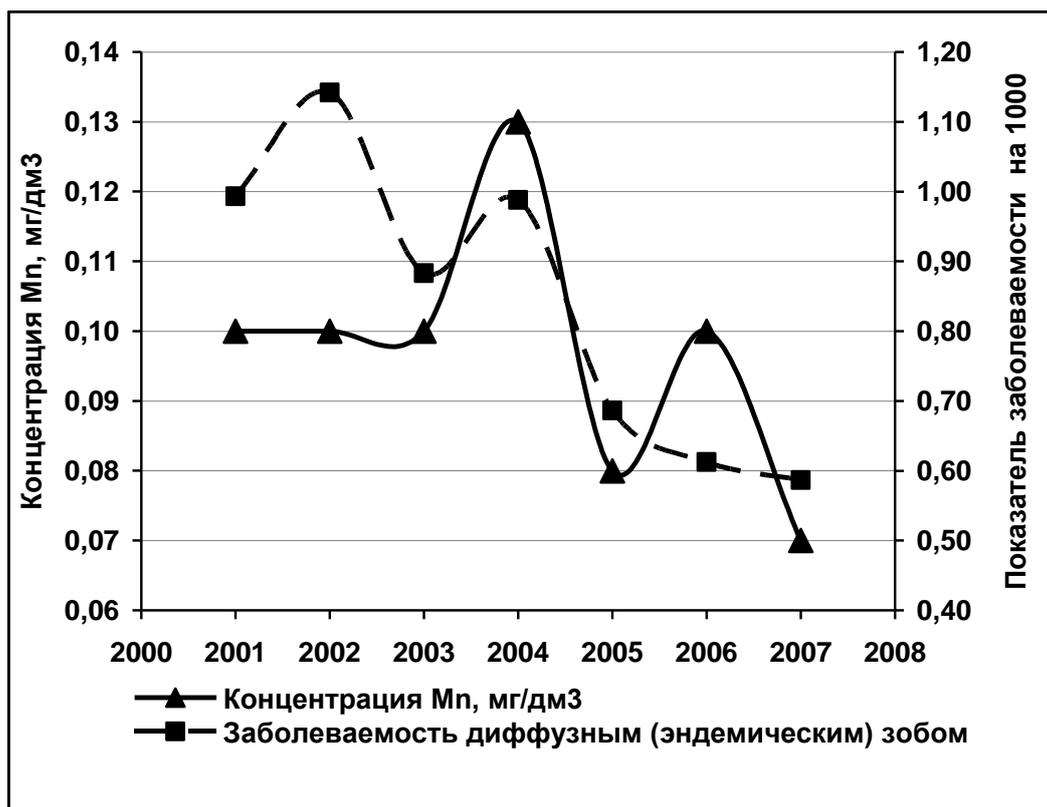


Рис. 3.8. Динамика заболеваемости населения г. Воронежа диффузным (эндемическим) зобом, связанным с микронутриентной недостаточностью, и загрязнения питьевой воды марганцем

Представляет определенный интерес и зависимость распространенности болезней эндокринной системы детей, проживающих в г. Воронеже, от концентрации содержания марганца в почве (рис. 3.9).

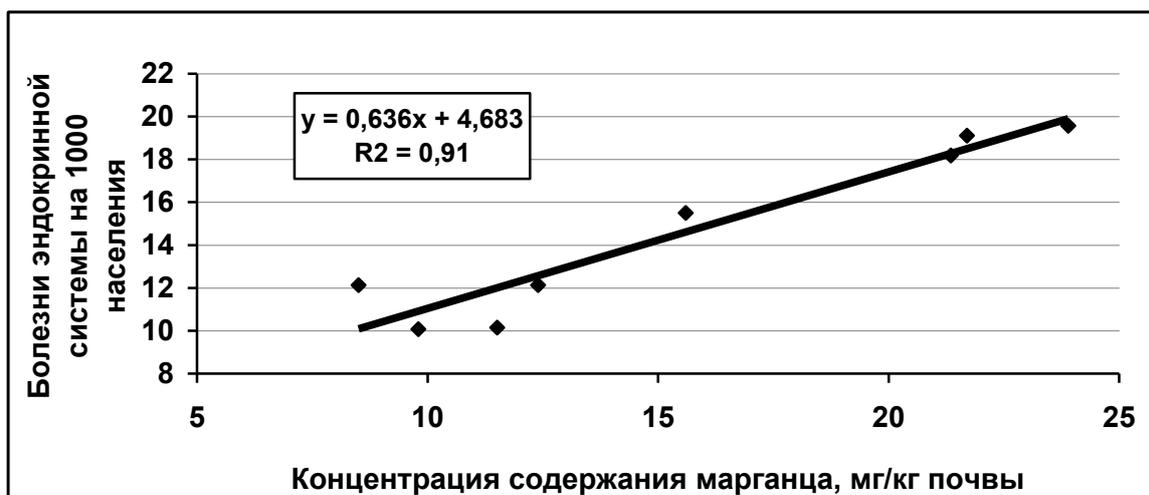


Рис. 3.9. Зависимость распространенности болезней эндокринной системы среди детей до 14 лет от загрязнения почвы марганцем

Проведенная оценка причинно-следственных связей свидетельствует о том, что, несмотря на принимаемые меры по обогащению йодом продуктов питания, без решения вопросов по снижению уровня загрязнения окружающей среды будет отмечаться дальнейшее увеличение распространенности йоддефицитных заболеваний.

3.5. Профессиональная заболеваемость

Город Воронеж характеризуется наличием отраслей, имеющих высокий риск развития профессиональной патологии: черная металлургия, машино- и станкостроение, авиационная промышленность, промышленность строительных материалов.

В последние годы ситуация по профессиональной патологии относительно стабильна. Так, в 2008 г. в городе зарегистрировано 18 случаев впервые выявленных профессиональных заболеваний, что в 1,5 раза ниже, чем в 2007 г. (табл. 3.14).

Таблица 3.14

Число впервые выявленных случаев профессиональных заболеваний среди трудоспособного населения г. Воронежа

Патология	Число случаев				
	2004	2005	2006	2007	2008
Вибрационная болезнь	16	6	4	10	-
Нейросенсорная тугоухость	21	3	5	10	5
Пневмокониозы и бронхиты	16	-	8	1	6
Патология опорно-двигательного аппарата	5	3	2	4	5
Дерматиты	1	-	-	-	1
Заболевания от воздействия электромагнитного излучения	-	1	-	-	-
Заболевания при контакте с инфицированным материалом	6	4	2	4	1
Химические интоксикации	-	-	-	-	-
Всего	65	17	21	29	18

По нозологическим формам первое место занимают заболевания от воздействия пыли и химических веществ – пневмокониозы, бронхиты – (33,3%); второе место занимает патология, обу-

словленная тяжелыми и напряженными условиями труда (27,7%), и нейросенсорная тугоухость, связанная с воздействием на работников повышенных уровней звука и звукового давления (27,7%). В 2008 г. не регистрировалась вибрационная болезнь, в 2 раза снизилась нейросенсорная тугоухость в сравнении с 2007 г.

В целом отмечается снижение профессиональной заболеваемости, но параллельно с этим прослеживается тенденция утяжеления форм впервые зарегистрированной профессиональной заболеваемости. Так, по данным за 2008 год у 7 человек установлены двойные диагнозы профзаболеваний, причем 31,5% заболевших составляют женщины. Среди профессиональных групп ведущее место (наибольший риск возникновения профессионального заболевания) принадлежит работникам, занятым механической обработкой металла на предприятиях машиностроения (6 случаев), работникам лечебно-профилактических учреждений, подвергающимся воздействию биологических факторов (3 случая), водителям различных транспортных средств (2 случая). В 2008 г. зарегистрированы профзаболевания на предприятиях пищевой промышленности (1 случай на ОАО «Крекер»), на предприятии по изготовлению изделий из полимерных материалов (1 случай на ООО «Интерпласт»), на предприятии жилищно-коммунального обслуживания (1 случай у дворника).

Возникновение профессиональной и профессионально обусловленной патологии во многом связано с воздействием неблагоприятных условий труда. В 2008 г. с лабораторными методами исследования проверено 135 предприятий. Удельный вес исследований и измерений, не отвечающих гигиеническим нормативам, представлен в таблице 3.15.

Так, в 2008 г. по сравнению с 2007 г. удельный вес результатов исследований, не отвечающих гигиеническим требованиям, увеличился по следующим показателям производственной среды: микроклимату (с 1,56 до 4,0%), освещенности (с 1,77 до 4,29%). Вместе с тем, данный показатель уменьшился по содержанию вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны (с 0,52 до 0,45%), по шуму (с 13,2 до 10,35%), вибрации (с 8,1 до 1,02%), электромагнитным полям (с 14,1 до 2,11%).

Таблица 3.15

Гигиенические показатели производственной среды

Производственные факторы	Удельный вес исследований, не отвечающих гигиеническим нормативам, %				
	2004	2005	2006	2007	2008
Шум	7,6	5,2	11,8	13,2	10,35
Вибрация	-	1,0	4,4	8,1	1,02
Освещенность	1,6	2,0	5,6	1,77	4,29
Микроклимат	1,3	1,8	2,0	1,56	4,0
Электромагнитные поля	1,6	1,3	4,5	14,1	2,11
Воздух рабочей зоны	1,2	1,3	1,3	0,52	0,45

Основными причинами возникновения профессиональной заболеваемости в 2008 г. были конструктивные недостатки машин (58,2%), несовершенство технологических процессов (20,6%), неисправность машин (6,3%), несовершенство средств индивидуальной защиты (7,4%), нарушение техники безопасности (7,5%).

Проведенный с экологических позиций анализ состояния здоровья населения города подтверждает определенную обусловленность здоровья жителей качеством городской среды обитания, что служит предпосылкой количественной оценки экологического риска как основы эколого-гигиенической профилактики.

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

4.1. Оценка риска, обусловленного загрязнением воздушного бассейна

Общий методический подход

Методологической основой оценки риска здоровью населения служат общепринятые в научной литературе и нормативно-руководящих документах методики и алгоритмы, апробированные нами для выявления экологически обусловленных заболеваний населения (см. разделы 1.2 и 3.4). Эти исследования подтверждают приоритетную роль аэрогенного фактора в формировании общественного здоровья и целесообразность более разностороннего анализа причинно-следственных связей в системе «среда – здоровье населения» с охватом всей территории города.

Детальность изучения медико-экологической ситуации в пределах крупных городов, однако, обычно ограничивается возможностью подробного анализа только довольно крупных территориальных подразделений (административных районов или поликлинических участков), для которых известны данные официальной медицинской статистики. Как правило, в такой ситуации статистические связи «размываются» вследствие разнокачественной среды обитания в пределах значительных территорий, что имеет место и в г. Воронеже, где преобладают смешанные типы застройки и отсутствует четкое функциональное зонирование. Особенно очевидна эта методическая погрешность для самого подвижного компонента окружающей среды – атмосферы.

Для обеспечения достоверности пространственного анализа и снижения «субъективизма» нами применён оригинальный формально-территориальный подход к оценке аэрогенного риска для здоровья населения. Для этого вся территория города была «накрыта» сеткой квадратов с шагом 1 км, в узлах пересечения которой методом ГИС-интерполирования определялись показатели загрязнения воздушной среды и общественного здоровья по опорным пунктам наблюдений состояния атмосферы и зонам обслуживания поликлиник города (всего в городе 19 взрослых поликлиник и 12 детских поликлиник). Это позволило вполне ре-

презентативно оценивать уровни риска по единым операционным единицам, что значительно повысило достоверность результатов (всего – 152 узловых точек, т.е. операционных единиц) (рис. 4.1).

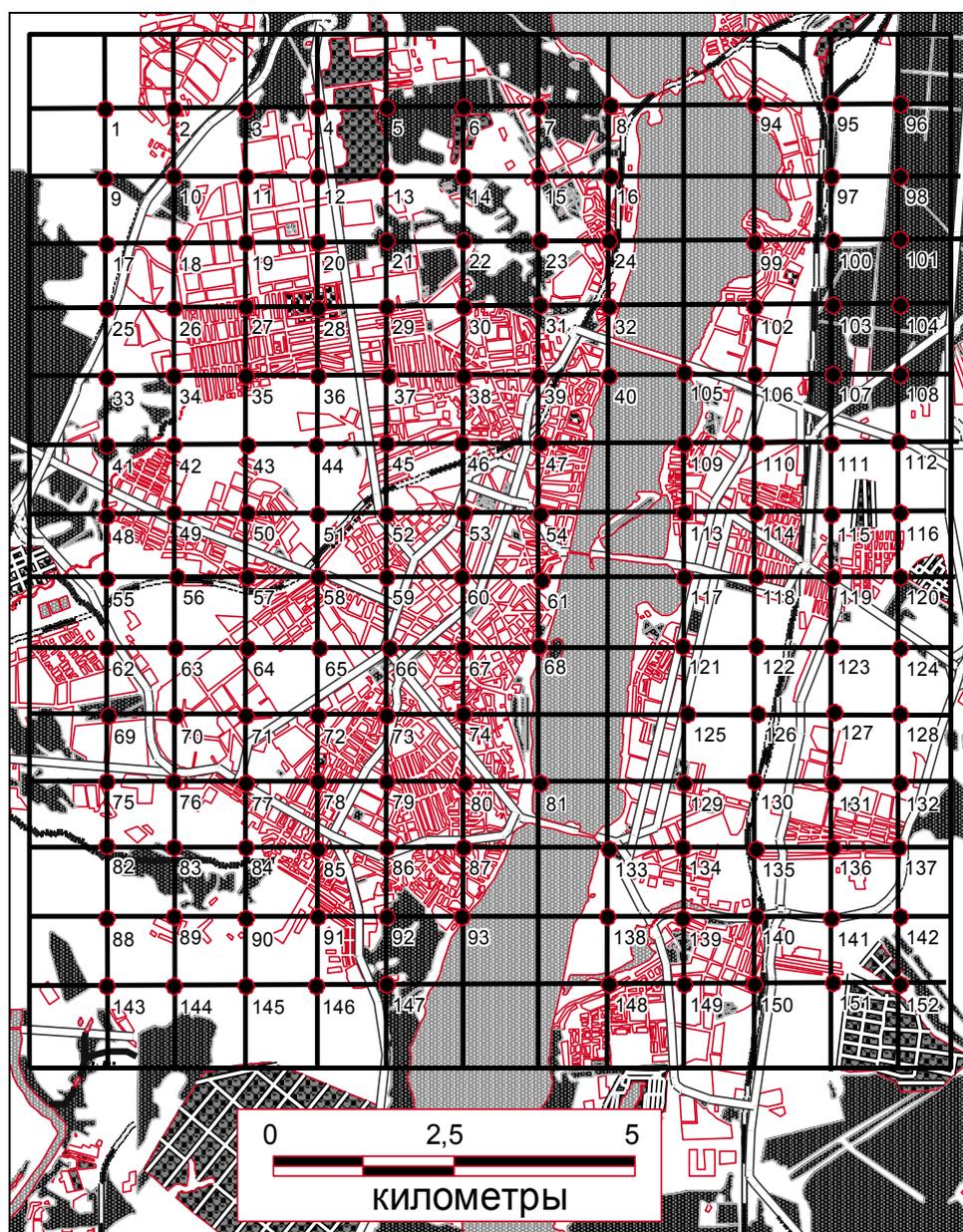


Рис. 4.1. Формально-территориальная «сетка квадратов» г.Воронежа

Применяли два основных метода оценки экологического риска: 1) *оценка потенциального канцерогенного и неканцерогенного рисков* на основе «Руководства по оценке риска ...» (2004) [31] отдельно для взрослого и детского населения, сум-

марно и по соответствующим критическим органам и системам, в теплый и холодный периоды года (тёплый период: апрель – сентябрь, холодный период: октябрь-март); 2) **вероятностно-статистическая оценка риска здоровью с помощью корреляционного анализа** (для оценки силы и достоверности статистических связей по типу «доза-эффект» между показателями загрязнения атмосферы и критериями общественного здоровья). Если первый метод показывает потенциальную опасность экологического фактора на основании концентрации загрязняющего вещества, то второй служит обоснованием для её математического обоснования и статистического подтверждения.

Оценка потенциального канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью населения

Проведенная оценка канцерогенного риска (CR, CI) показала, что на большей части территории города уровни канцерогенного риска как для взрослого, так и для детского населения соответствуют предельно допустимому уровню и риску, вызывающему беспокойство (индивидуальный риск в течение всей жизни более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$), требующему постоянного контроля. Анализ неканцерогенных рисков (HQ, HI) показывает более тревожную ситуацию, т.к. при общем умеренном загрязнении городской среды отдельными ингредиентами эффект суммарного риска по величинам коэффициентов опасности на значительной части территории превышает 1, что свидетельствует о высокой степени аэротехногенной нагрузки на население города.

На рисунке 4.2 показаны различия рисков здоровью населения в зависимости от проживания населения в основных функционально-планировочных зонах (осредненные данные). Графический анализ рисков показывает опасный уровень канцерогенного риска в теплый период только в селитебно-промышленной зоне (в основном, за счет присутствия в атмосфере формальдегида и бенз(а)пирена вблизи автомагистралей). В других зонах риск также возрастает в теплое время года, не достигая опасного порога.

Суммарный неканцерогенный риск на большей части города «вызывает опасение», достигая максимальных значений в селитебно-

транспортных зонах, возрастая в холодный период за счет поступления в атмосферу диоксида серы и в тёплый период – за счет поступления диоксида азота и ряда других ингредиентов.

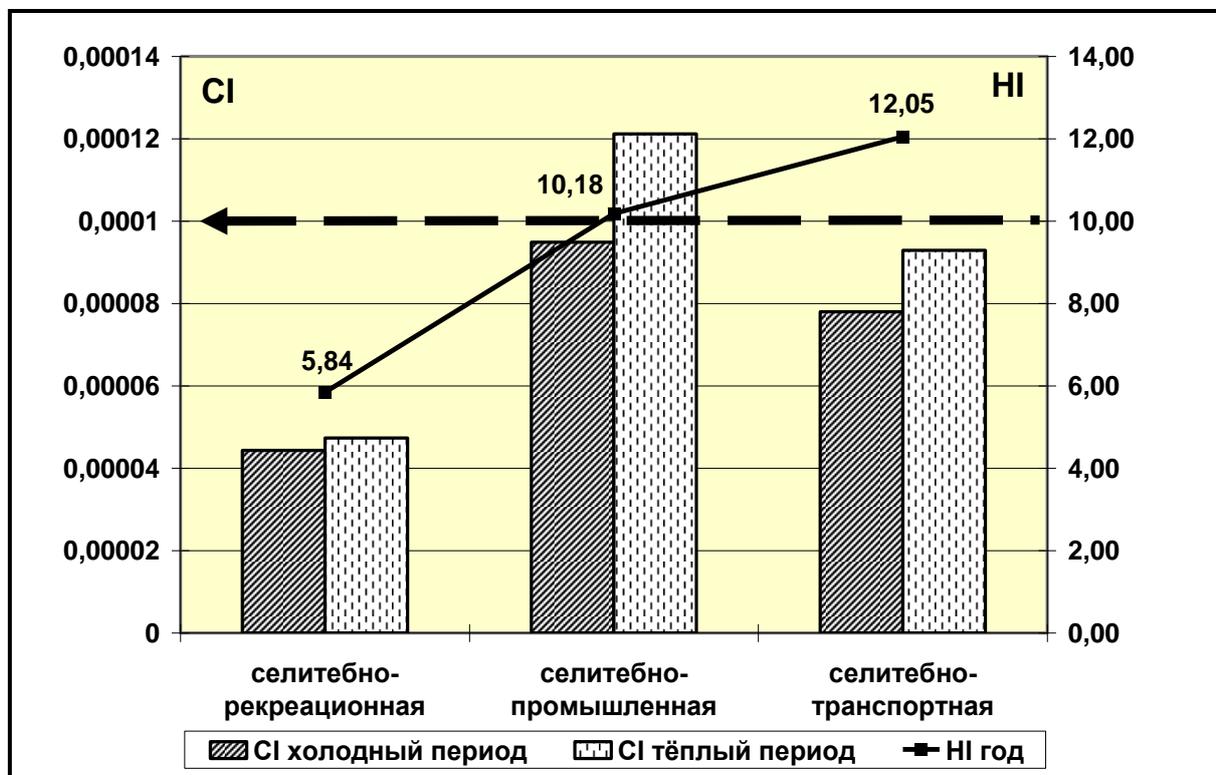


Рис. 4.2. Уровни суммарного канцерогенного (CI) и неканцерогенного (NI) рисков здоровью населения в различных функционально-планировочных зонах. Указатель стрелки – опасный канцерогенный риск: $1 \cdot 10^{-4}$

Более специфичной выглядит ситуация по отдельным загрязняющим веществам. Так, оценка индивидуального канцерогенного риска (CR), обусловленного загрязнением атмосферы свинцом, показала, что для детского населения на большей территории города величина риска составляет около $1 \cdot 10^{-6}$, что соответствует предельно допустимому риску, требующему постоянного контроля. Общая площадь городской территории с данным уровнем риска составляет около 212 км^2 .

Небольшая часть городской территории – часть Северного жилого района и микрорайона Агроуниверситета – имеет уровень риска не выше $1 \cdot 10^{-7}$, что соответствует пренебрежительно малому, т.е. вполне допустимому риску («De minimis»). Площадь

территории с данным уровнем риска - около 27 км².

Аналогичная ситуация складывается при оценке индивидуального канцерогенного риска для взрослого населения. Территория, расположенная в зоне предельно-допустимого риска, составляет чуть более 215 км². Уровень «De minimis» также выделяется на территории части Северного жилого района и микрорайона Агроуниверситета (общая площадь - около 24 км²).

Другая ситуация наблюдается по неканцерогенному риску, связанному с присутствием в атмосфере угарного газа (оксида углерода), провоцирующего развитие, прежде всего, хронических болезней крови, кроветворных органов и системы кровообращения. Установлено несколько очагов с очень высоким уровнем риска общей площадью 0,6 км², наиболее крупный из которых расположен в районе пересечения ул. Димитрова – ул. Волгоградская в Левобережном секторе города (рис. 4.3, 4.4).

Практически вдоль всех крупнейших транспортных артерий города и на крупных перекрёстках выделяется зона повышенного риска (общая площадь - около 100 км²), затрагивающая жилые зоны Коминтерновского, Железнодорожного, Советского и Ленинского районов. В холодный период года площадь зоны повышенного риска, однако, сокращается до 31 км².

Как в тёплый, так и в холодный периоды года зоны с низким уровнем риска располагаются преимущественно в отдалении от крупных автотрасс. Такие зоны приурочены в основном к жилому сектору Северного района и селитебно-рекреационного микрорайона Агроуниверситета.

В холодный период года на большинстве внутригородских территорий уровень неканцерогенного риска при воздействии оксида углерода снижается, однако, на некоторых перекрёстках автодорог сохраняется его повышенный уровень.

Анализируя неканцерогенный риск развития хронических заболеваний органов дыхания и крови от присутствия в атмосфере диоксида азота, установлены зоны высокого риска общей площадью около 6 км² и очень высокого риска общей площадью около 2,5 км². Эти территории расположены в районе железнодорожного вокзала «Воронеж-1», вдоль «частного сектора» в прибрежной зоне Воронежского водохранилища и в районе послевоенных построек 50-х – 60-х годов прошлого столетия Коминтер-

новского района. Кроме того такие зоны наблюдаются в районе пересечения ул. Кольцовской и ул. 20 лет Октября, а также в нескольких жилых кварталах в Ленинском районе вблизи автомагистралей.

Большая часть селитебной зоны города расположена в зоне повышенного и предельно допустимого риска возникновения заболеваний органов дыхания и крови от присутствия в атмосфере диоксида азота. Причем, в холодный период года уровень неканцерогенного риска от присутствия диоксида азота в целом значительно снижается, видимо, за счет сокращения поступления этого ингредиента с выхлопами автотранспорта.

Анализируя неканцерогенный риск появления хронических заболеваний органов дыхания и повышения смертности населения при воздействии диоксида серы, установлено, что большая часть территории города расположена в зонах высокого и очень высокого уровней риска. Так, в холодный период года более 80% территории остаётся в зоне повышенного, высокого и очень высокого уровня риска, который снижается в теплый период.

Весьма опасная ситуация складывается и при оценке неканцерогенного риска возникновения заболеваний органов дыхания, глаз, снижения иммунного статуса от присутствия формальдегида во все сезоны года.

На основании расчётов суммарного неканцерогенного риска возникновения хронических заболеваний (НП), установлено расположение зон высокого и очень высокого неканцерогенного рисков возникновения хронических заболеваний населения в Железнодорожном районе, микрорайоне «Машмет» Левобережного района, по ул. Димитрова, Брусилова, частично – по ул. Ленинградской, Ленинскому пр-ту, в Центральном общественно-деловом центре города, в жилой застройке вдоль ул. 9-е Января и по ул. Транспортной (рис. 4.5).

Территория повышенного риска отмечается преимущественно в левобережном и центральном правобережном секторах города, а территория пониженного риска расположена преимущественно в северной части города (Северный жилой район и микрорайон Агроуниверситета).

В холодный период года наблюдается сходная ситуация, за исключением значительного сокращения зон повышенного,

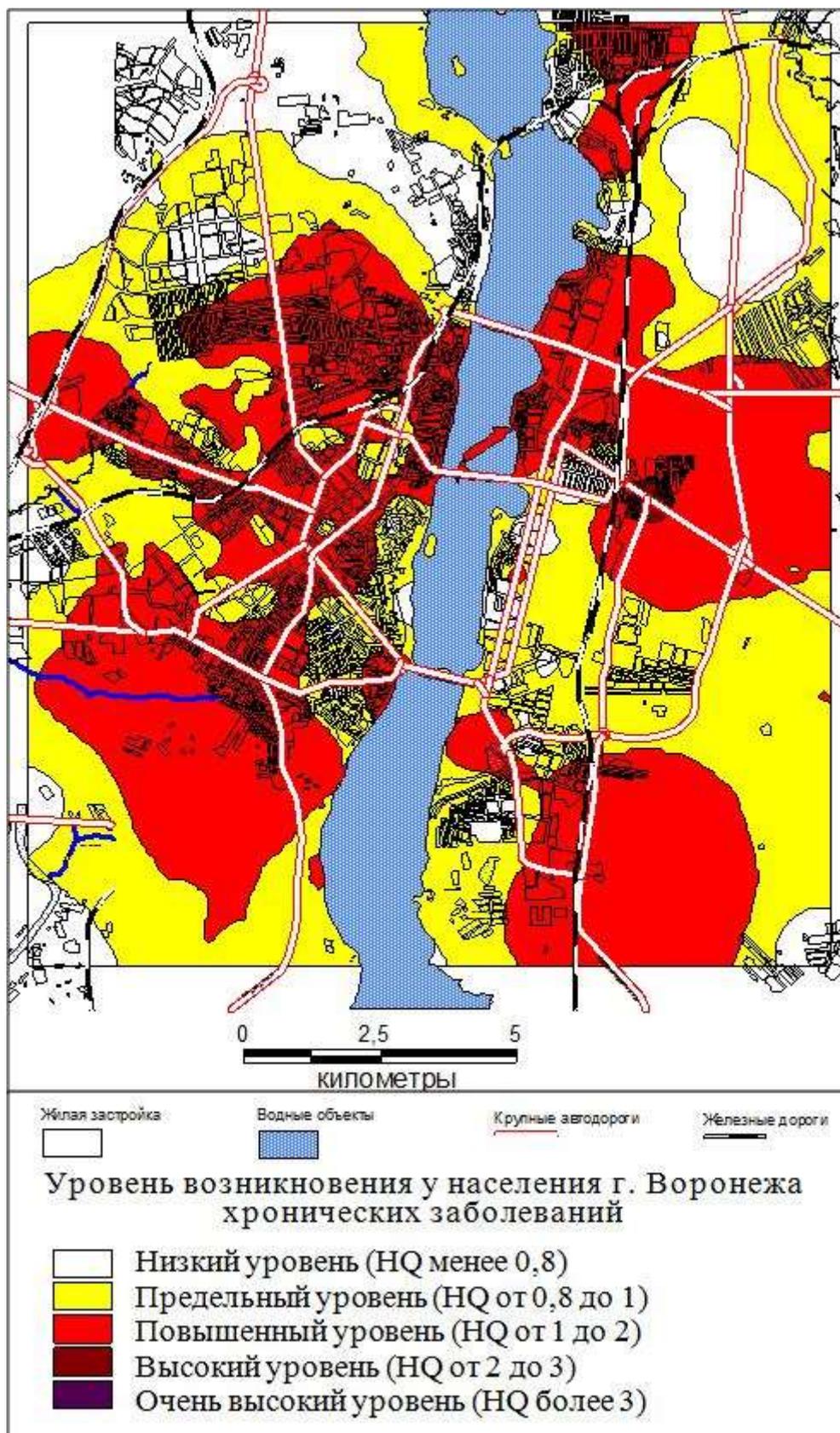


Рис. 4.3. Риск возникновения хронических болезней крови и системы кровообращения у населения от присутствия оксида углерода в воздушном бассейне в тёплый период года

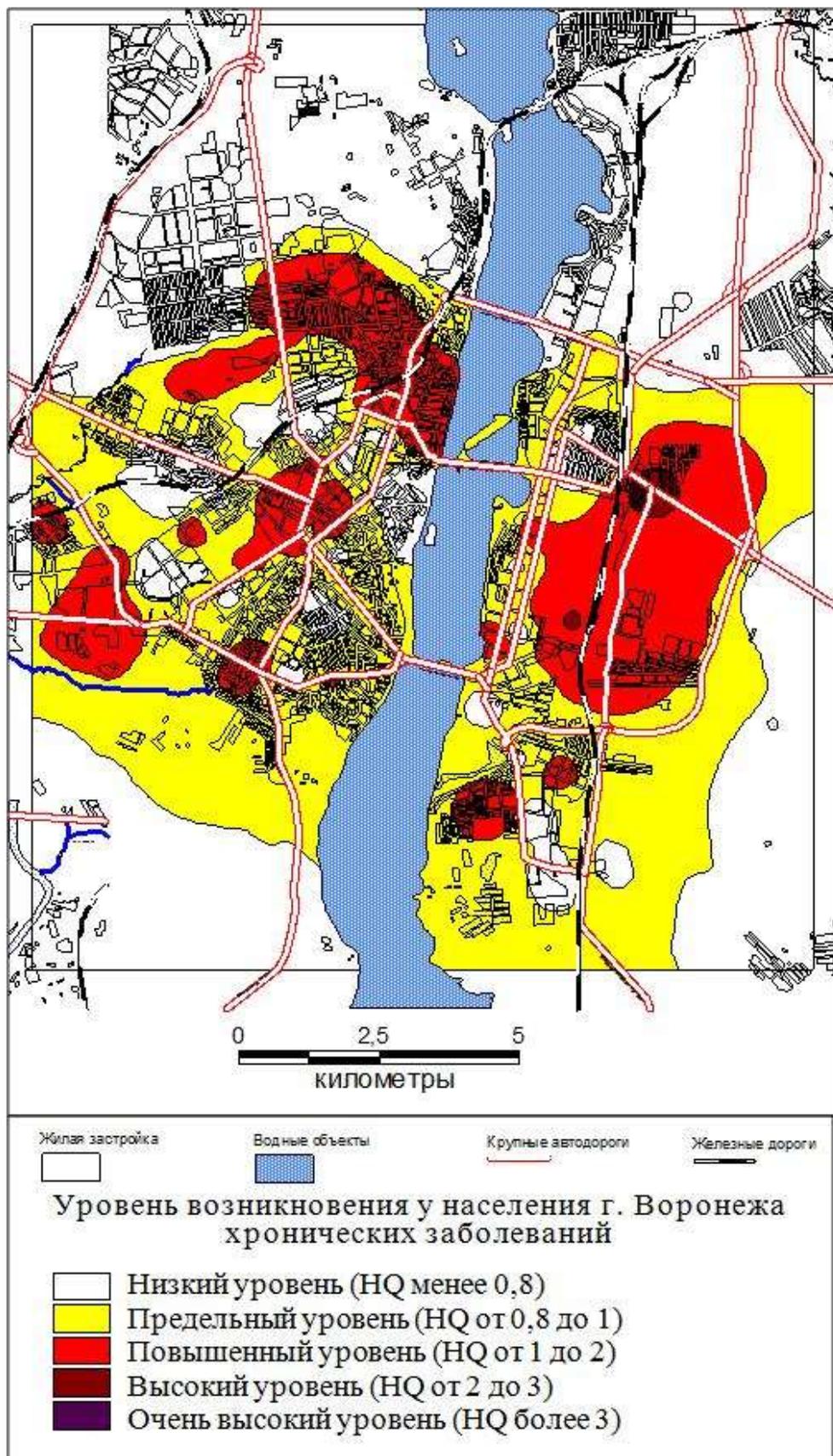


Рис. 4.4. Риск возникновения хронических болезней крови и системы кровообращения у населения от присутствия оксида углерода в воздушном бассейне в холодный период года

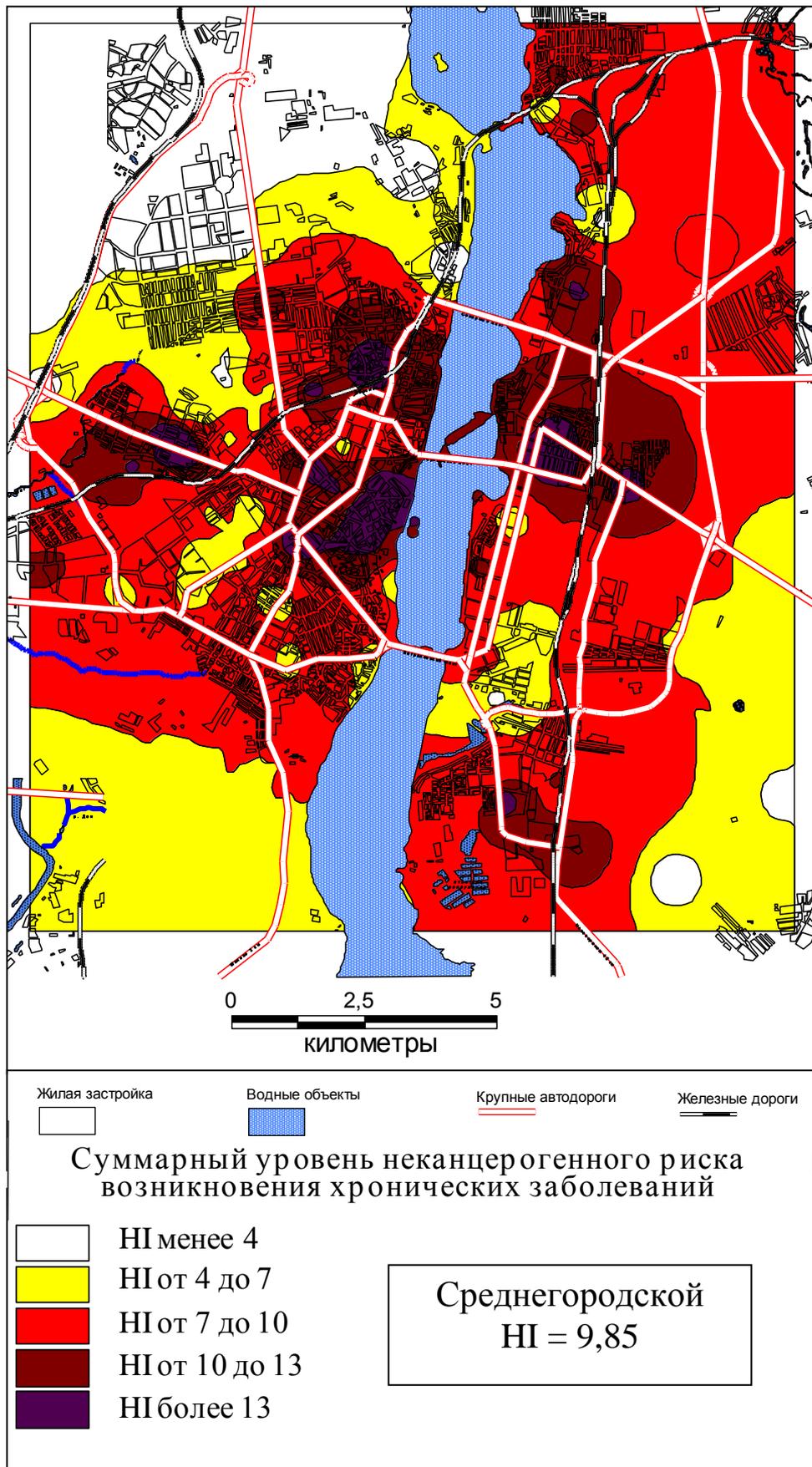


Рис. 4.5. Суммарный неканцерогенный риск в тёплый период года

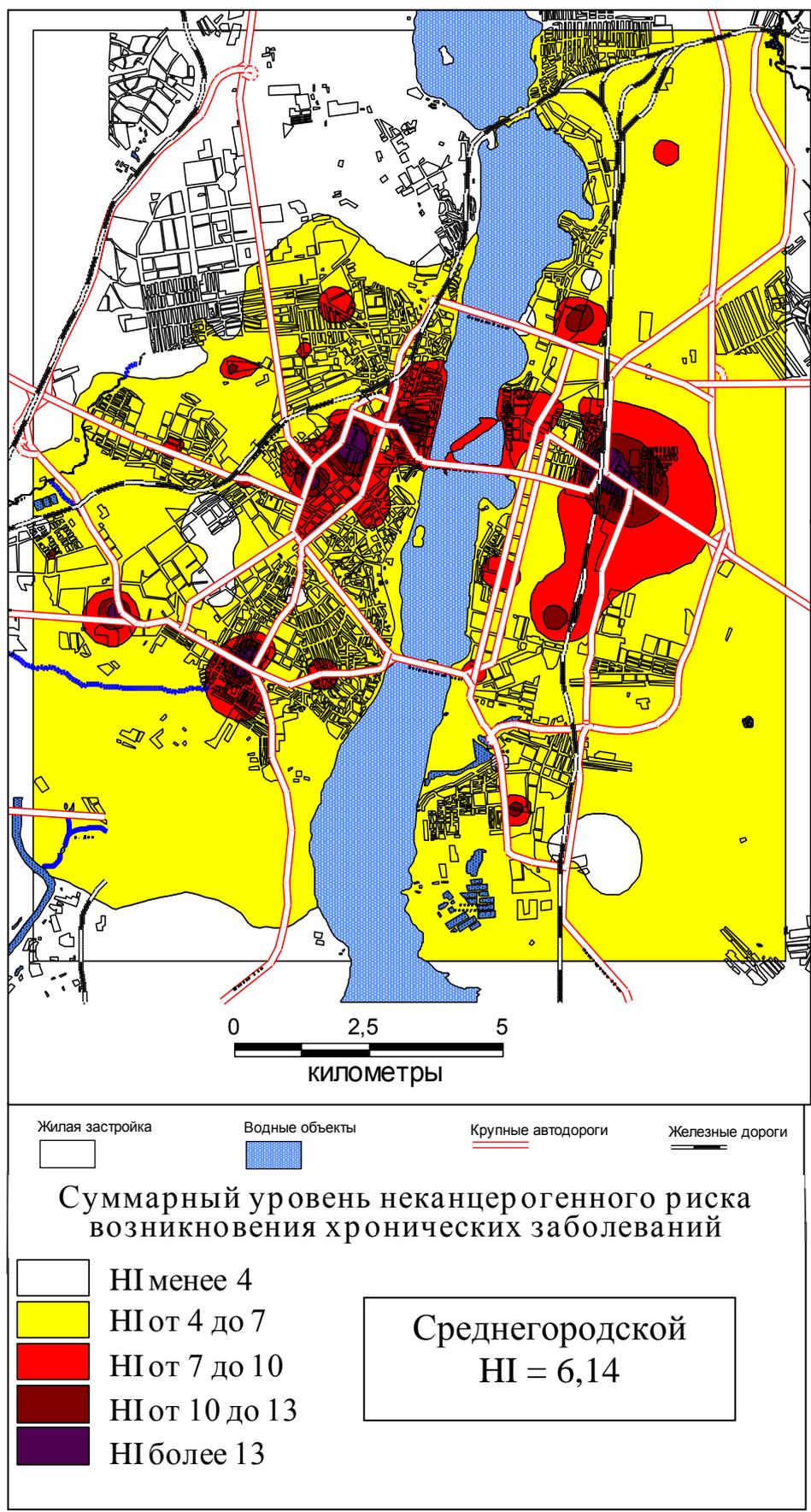


Рис. 4.6. Суммарный неканцерогенный риск в холодный период года

высокого и очень высокого уровней риска с сохранением, прежде всего, левобережного сектора высокого риска (рис. 4.6).

Следует отметить, что на территории города Воронежа отсутствует риск возникновения острых экологически-обусловленных заболеваний, однако, наличие потенциальной опасности развития хронических заболеваний определяет целесообразность совершенствования аэроаналитического мониторинга для предупреждения чрезвычайных ситуаций в периоды неблагоприятных метеорологических условий при снижении рассеивающей способности атмосферы, прежде всего, в летний период.

Расчетный баланс площадей внутригородских территорий с различными уровнями неканцерогенных рисков от присутствия в атмосфере приоритетных загрязняющих веществ, свидетельствует, что в тёплый период года по сумме приоритетных ингредиентов около 55 % застроенной части территории города расположено в зоне повышенного неканцерогенного риска, вызывающего опасение. В холодный период года такая территория сокращается до 23 % территории, т.е. более чем в 2 раза, сохраняя приуроченность к крупнейшим промышленно-транспортным массивам городской застройки в основном левобережного сектора города.

Вероятностно-статистическая оценка риска здоровью с помощью корреляционного анализа

В ходе корреляционного анализа установлено наличие ряда прямых средних и сильных корреляционных зависимостей между отдельными загрязняющими компонентами депонирующих сред и критериями общественного здоровья. Всего проанализировано около 600 корреляционных моделей, из них достоверны – 192, (32 %). Причем, количество достоверных зависимостей для детского населения примерно в 2 раза превышает количество таких зависимостей для взрослого населения, что подтверждает приоритетность учета заболеваемости детей как «индикаторной группы» техногенного загрязнения городской среды в целом. Некоторые характерные статистические зависимости иллюстрируют рисунки 4.7 – 4.10.

Анализ зависимости ***общей заболеваемости*** населения от загрязнения атмосферы (рис. 4.7) показал наличие прямой силь-

ной связи заболеваемости взрослого населения с содержанием в атмосфере диоксида азота в холодный период года; кроме того следует отметить существенную зависимость средней силы ($r > 0,40$) с содержанием в атмосфере оксида углерода в холодный период года и пыли в тёплый период.

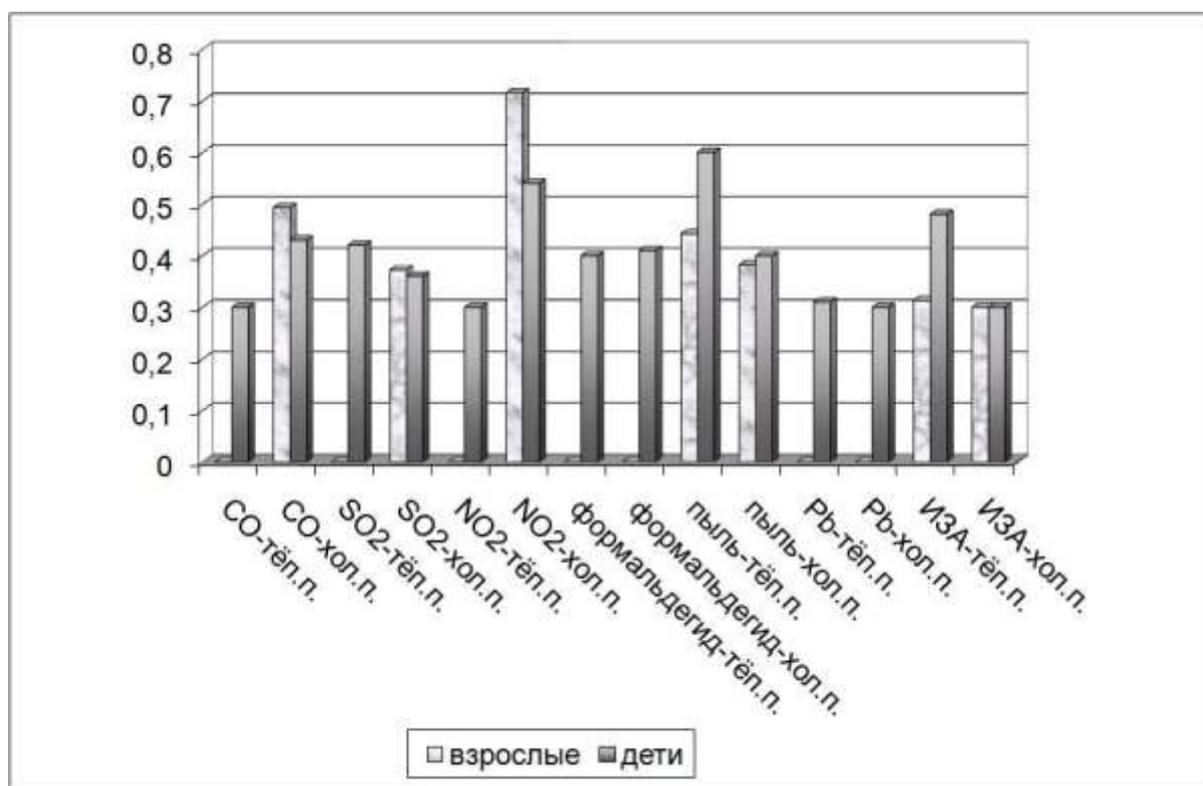


Рис. 4.7. Корреляционные связи общей заболеваемости населения с концентрациями загрязняющих веществ в атмосфере г.Воронежа в различные периоды года (тёп.п. – тёплый период; хол.п. – холодный период; по оси ординат – коэффициент корреляции)

Для детского населения отмечены прямые корреляционные зависимости средней силы между общей заболеваемостью и большинством атмосферных поллютантов г. Воронежа (рис. 4.7). Наиболее существенными можно считать корреляционные зависимости между общей заболеваемостью и содержанием в атмосфере города пыли в тёплый период, а также диоксида азота в холодный период года ($r > 0,50$).

Ряд загрязнителей атмосферы коррелирует с заболеваемостью населения *некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями*. Так, для взрослого населения характерна досто-

верная положительная связь средней силы с содержанием в атмосфере диоксида азота в теплый период ($r=0,44$), а для детского населения – с содержанием формальдегида в тёплый период ($r=0,50$), а также с содержанием пыли во все сезоны года ($r=0,41$).

Данные ингредиенты, присутствующие в атмосфере, безусловно, не могут оказать прямого воздействия на возникновение инфекционных заболеваний среди населения, однако, возможен их косвенный вклад в виде воздействия, например, на уровень общего иммунного статуса жителей города.

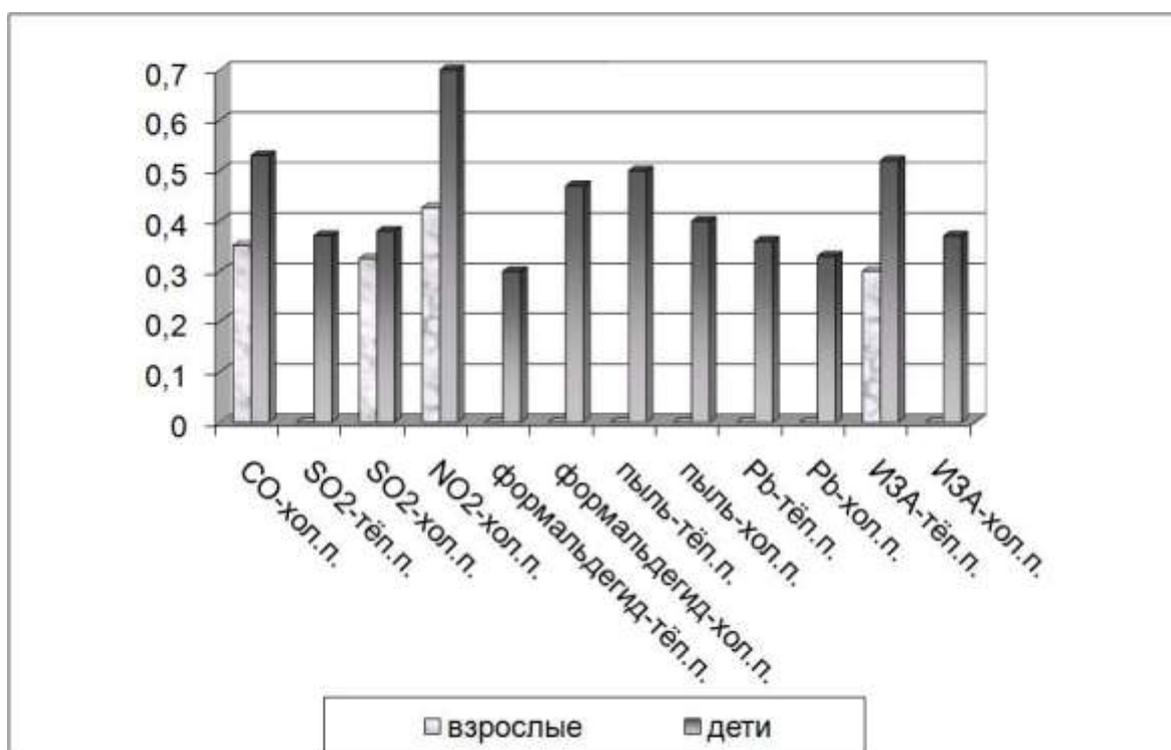


Рис. 4.8. Корреляционные связи злокачественных новообразований с концентрациями загрязняющих веществ в атмосфере г.Воронежа в различные периоды года (тёп.п. – тёплый период; хол.п. – холодный период; по оси ординат – коэффициент корреляции)

Анализ зависимости **злокачественных новообразований** среди населения от загрязнения атмосферы показывает для взрослого населения наличие прямых корреляций средней силы с содержанием в холодный период в атмосфере диоксида азота ($r>0,40$), оксида углерода и диоксида серы ($r>0,30$). Полученные результаты отражает рис. 4.8.

Новообразования среди детского населения достоверно кор-

релируют с большинством приоритетных загрязняющих веществ, особенно в холодный период года. Наиболее существенной является сильная прямая корреляционная зависимость между развитием злокачественных новообразований среди детского населения и содержанием диоксида азота в атмосфере города в холодный период ($r = 0,68$); существенны корреляции для формальдегида и оксида углерода в холодный период ($r =$ от 0,47 до 0,52). В теплый период более информативна общая запыленность атмосферы ($r=0,50$).

Вызывает опасение наличие достоверных, хотя и довольно слабых корреляционных связей между злокачественными новообразованиями детского населения и содержанием свинца в различные сезоны ($r =$ от 0,32 до 0,35), что свидетельствует о высокой потенциальной опасности свинца, концентрации которого в атмосфере города заметно снизились за последнее десятилетие до уровня ниже ПДК, но этот канцероген продолжает присутствовать в атмосфере преимущественно в примагистральных и промышленно загрязненных микрорайонах города.

Анализ зависимости *болезней эндокринной системы* от качества воздушного бассейна (рис.4.9) показывает определенную связь заболеваемости как взрослого, так и детского населения с диоксидом азота, диоксидом серы и формальдегидом в холодный период (r варьируют от 0,33 до 0,60), в то время как в теплый период года более информативны общая запыленность и суммарный показатель ИЗА ($r = 0,40$). Аналогично злокачественным новообразованиям, определенный вклад в заболеваемость детского населения может вносить свинец в холодный период ($r=0,50$).

По другим классам болезней, регистрируемым среди взрослого населения, внимания заслуживают корреляционные связи средней силы ($r =$ от 0,35 до 0,47) между *болезнями крови и кровеносных органов, а также болезнями нервной системы* и концентрациями оксида углерода и диоксида азота в холодный период года. В теплый период более информативны общая запыленность и суммарный показатель ИЗА.

Заболеваемость детского населения болезнями нервной системы достоверно коррелирует с концентрацией пыли в атмосфере, а также суммарным показателем ИЗА в теплый период года и концентрацией диоксида азота в холодный период года.

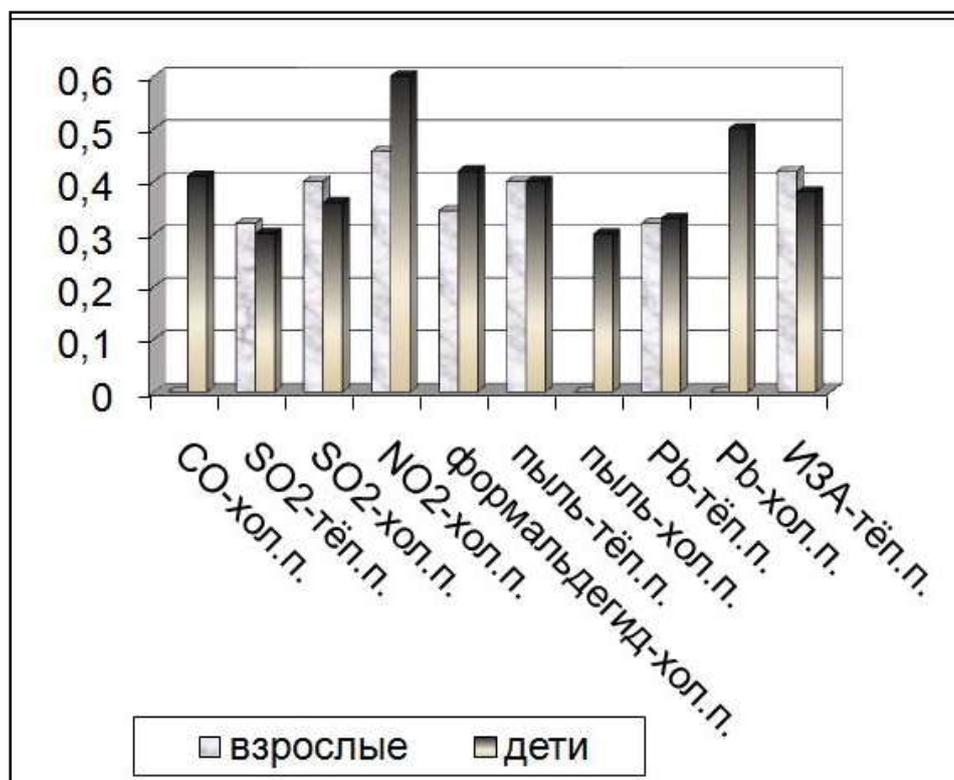


Рис. 4.9. Корреляционные связи болезней эндокринной системы с концентрациями загрязняющих веществ в атмосфере г. Воронежа в различные периоды года (тёп.п. – тёплый период; хол.п. – холодный период; по оси ординат – коэффициент корреляции)

Отдельного внимания заслуживают также достоверные положительные корреляции средней степени со свинцом, присутствующим в атмосфере города.

Болезни органов дыхания, как отмечено в разделе 3.4 при сопоставлении двух контрастных по аэрогенному фактору территорий, являются для Воронежа одним из достоверных «маркеров» загрязнения атмосферы. Корреляционные связи этого класса болезней с загрязнением атмосферы показаны на рис.4.10. Наиболее существенными можно считать связи заболеваемости среди взрослого населения с концентрацией диоксида азота в холодный период года. Для детского населения более информативен теплый период, а более достоверным эффектом обладает запыленность атмосферы и суммарный показатель ИЗА.

Аэрогенно обусловленным в определенной степени следует считать и класс **врождённых аномалий** среди детского населения: наиболее информативны корреляционные зависимости с

концентрацией пыли в атмосфере города в тёплый период, а также с концентрацией диоксида азота в холодный период ($r > 0,50$). Эта закономерность характерна и для взрослого населения: с суммарным индексом загрязнения атмосферы (ИЗА) в тёплый период ($r = 0,31$) и с концентрацией диоксида азота в холодный период ($r = 0,61$).

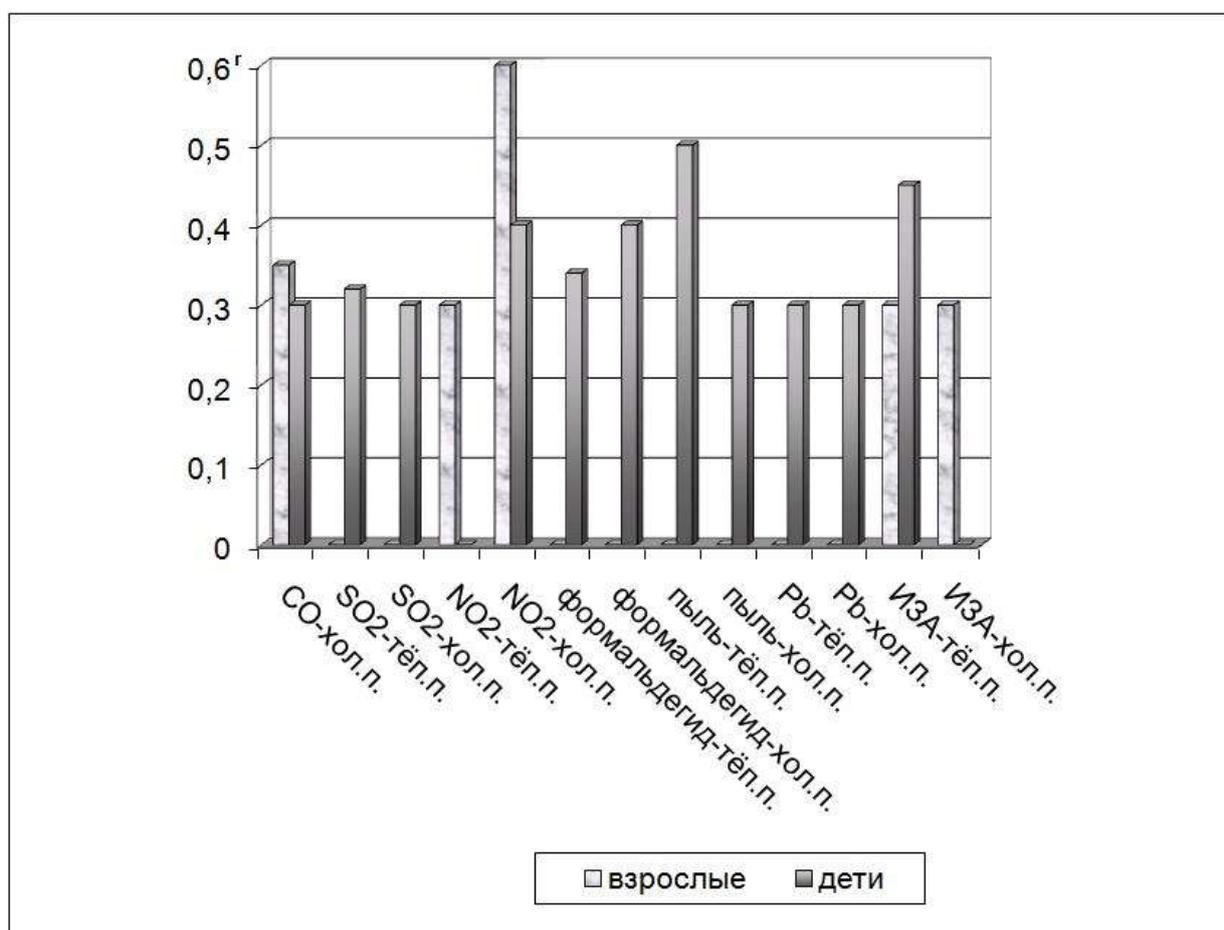


Рис. 4.10. Корреляционные связи болезней органов дыхания с концентрациями загрязняющих веществ в атмосфере г. Воронежа в различные периоды года (тёп.п. – тёплый период; хол.п. – холодный период; по оси ординат – коэффициент корреляции)

Помимо отмеченных закономерностей внимания заслуживают: для детского населения – положительные связи с концентрацией пыли в атмосфере и болезнями системы кровообращения ($r = 0,51$); для взрослого населения - положительные связи с концентрацией диоксида азота в холодный период и болезнями системы кровообращения ($r = 0,63$), болезнями органов пищеварения ($r = 0,63$), болезнями кожи и подкожной клетчатки ($r = 0,56$); бо-

лезнями костно-мышечной системы и содержанием пыли в атмосфере города в тёплый ($r=0,53$) и холодный ($r=0,54$) периоды.

Таким образом, несмотря на снижение уровня потенциального риска в холодное время года, этот период в целом более информативен, т.к. население более чувствительно к колебаниям загрязнения атмосферы (прежде всего, дети), а лучшими «индикаторами» служат диоксид азота, формальдегид, оксид углерода в холодный период; пыль - в теплый период. Как показали исследования реакций различных поло-возрастных групп детского населения на аэрогенное загрязнение, более «чувствительны» к техногенному загрязнению мальчики, чем девочки (видимо, за счет более тесных контактов с окружающей средой в процессе дошкольного воспитания, игр вне помещений). Уровень достоверного «отклика» детского населения на загрязнение воздуха примерно вдвое выше, чем взрослого населения.

Причина более высоких и достоверных корреляций в системе «атмосфера-здоровье» в холодный период года может определяться тем, что в холодную погоду усиливается «жесткость» погоды, снижаются защитные адаптационно-компенсаторные механизмы и общий уровень иммунной защиты организма, учащаются простудные заболевания, на фоне которых прогрессируют другие соматические заболевания. Видимо, повышенное загрязнение атмосферы вносит дополнительный вклад в сезонный подъем заболеваемости на фоне снижения адаптационного ресурса организма.

Оценка аэрогенного риска показала, что, с одной стороны, потенциальный канцерогенный и неканцерогенный риски возрастают в теплый период года, достигая максимальных значений в промышленно-транспортных микрорайонах города. С другой стороны, здоровье горожан быстрее реагирует на колебания загрязнения атмосферы в холодный период года на фоне сезонного ухудшения условий существования. Основной «индикаторной» группой населения, реагирующей на аэротехногенную нагрузку, служат дети, у которых в зонах риска активизируются болезни органов дыхания (бронхиальная астма, заболевания верхних дыхательных путей), обостряются хронические соматические заболевания, ухудшается генофонд (возрастает риск злокачественных новообразований и врожденных аномалий развития).

4.2. Оценка риска для здоровья населения, связанного с качеством питьевой воды

Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа, обусловленного качеством питьевой воды, проведена в соответствии с методикой, изложенной в «Руководства по оценке риска ...» (2004) [31].

Для характеристики риска воздействия химических веществ на организм использован расчет рисков возникновения онкологических заболеваний для канцерогенных эффектов, для неканцерогенных эффектов - расчет коэффициентов и индексов опасности. При этом для оценки экспозиции нами выбран основной путь поступления загрязняющих веществ – пероральный. Для расчета средней суточной дозы использована стандартная формула и стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой (см. раздел 1.2).

Сведения о референтных (безопасных) дозах веществ, поступающих с питьевой водой из числа приоритетных загрязнителей, характерных для территории Подворонежья, имеются для бора, железа, марганца, нитратов. Кроме того известно, что жесткость воды связана с наличием в ней солей кальция и магния, для которых также определены референтные дозы (табл. 4.1).

Результаты расчета неканцерогенного риска здоровью населения, выполненные для 8-летнего периода (2001-2008г.г.), который количественно характеризуется коэффициентом опасности (HQ), представляющим собой соотношение между среднесуточной дозой и величиной, характеризующей безопасное воздействие вещества (референтной дозой, RfD), свидетельствуют, что недопустимый риск ($HQ > 1$) отмечается для детского населения по бору в пригородном п. Боровое ($HQ = 1,33$), нитратам – в пригородном п. Масловка ($HQ = 1,89$). Для питьевой воды, подаваемой населению г. Воронежа, величина неканцерогенного риска, рассчитанного по среднемноголетним концентрациям для детского населения является приемлемой. Для взрослого населения неканцерогенный риск также является приемлемым (табл. 4.2).

Таблица 4.1

Референтные дозы для приоритетных загрязняющих веществ
в питьевой воде г. Воронежа

CAS	Вещество	Референтная доза (RfD), мг/кг	Критические (поражаемые) органы и системы
7440-42-8	Бор	0,2	репродуктивная система (семенники), желудочно-кишечный тракт, развитие (эмбриотоксический эффект)
7439-89-6	Железо	0,3	слизистые, кожа, кровь, иммунная система
1309-37-1	Железо (III) оксид	0,3	слизистые, кожа, кровь, иммунная система
7440-70-2	Кальций	41,4	почки, биохим. показатели (алкалоз, гиперкальциемия)
7439-95-4	Магний	11	почки
7439-96-5	Марганец	0,14	ЦНС, кровь
14797-55-8	Нитраты	1,6	кровь (MetHb), сердечно-сосудистая система

Считается, что железо, марганец и нитраты, присутствующие в питьевой воде, обладают суммарным неблагоприятным эффектом воздействия на кровь и кроветворную систему [26]. С учетом этого суммарные индексы опасности (НИ) составляют для детей от 0,46 до 1,94; для взрослых - от 0,20 до 0,83 при наиболее неблагоприятной ситуации в п. Краснолесный.

Вместе с тем, если ситуацию оценивать по максимальным концентрациям, то информационная картина характеризуется значительной опасностью. Несмотря на то, что результаты такого подхода несколько «переоценивают» ситуацию в силу недостаточности объема и периодичности лабораторного контроля качества питьевой воды, это не исключает имеющейся потенциальной опасности неблагоприятного воздействия изучаемого фактора на здоровье населения.

Таблица 4.2

Неканцерогенный риск здоровью населения (дети, взрослые), обусловленный загрязнением питьевой воды

Территори- альная единица	Вещество	Сред- няя кон- цен- тра- ция мг/дм ³	Среднесуточная доза, мг/кг в день		RfD, мг/кг в день	Коеф. опасно- сти (HQ)	
			дети	взрос- лые		дети	взрос- лые
Разводящая сеть г. Воронежа	железо	0,30	0,0190	0,0081	0,3	0,06	0,03
	марганец	0,11	0,0068	0,0029	0,14	0,05	0,02
	нитраты	8,66	0,5536	0,2373	1,6	0,35	0,15
	бор	0,35	0,0224	0,0096	0,2	0,11	0,05
Пригородный поселок Боровое	железо	0,35	0,0224	0,0096	0,3	0,07	0,03
	бор	4,15	0,2653	0,1137	0,2	1,33	0,57
Пригородный поселок Масловка	железо	1,01	0,0646	0,0277	0,3	0,22	0,09
Пригородный поселок Краснолесный (ст. Графская)	нитраты	47,2	3,0174	1,2932	1,6	1,89	0,81
	железо	0,25	0,0160	0,0068	0,3	0,05	0,02
	бор	2,3	0,1470	0,0630	0,2	0,74	0,32

Так, для разводящей водопроводной сети на территории г. Воронежа коэффициенты опасности выше 1 отмечаются как для детского, так и для взрослого населения (табл. 4. 3).

Причем, наибольшие коэффициенты опасности определены по нитратам (HQ=7,36 - для детского населения; HQ=3,16 – для взрослого населения).

Если оценивать ситуацию по максимальным значениям концентраций загрязняющих веществ в питьевой воде, то для детского населения г.Воронежа неприемлемый уровень неканцерогенного риска отмечен по содержанию железа, марганца, нитратов, бора; для взрослого – по содержанию нитратов и железа. В пригородных поселках величина неканцерогенного риска для здоровья детского населения

превышает 1 по содержанию бора (п. Боровое, п. Краснолесный) и по содержанию нитратов (п. Краснолесный).

Таблица 4.3

Максимальные уровни неканцерогенного риска здоровью населения (дети, взрослые), обусловленного качеством питьевой воды

Территориальная единица	Вещество	Максимальная концентрация, мг/дм ³	Среднесуточная доза, мг/кг в день		Коэффициент опасности (HQ)	
			дети	взрослые	дети	взрослые
Разводящая сеть г. Воронежа	железо	14,3	0,9142	0,3918	3,05	1,31
	марганец	2,63	0,1681	0,0721	1,20	0,51
	нитраты	184,3	11,7817	5,0493	7,36	3,16
	бор	4,67	0,2985	0,1279	1,49	0,64
Пригородный поселок Боровое	железо	0,66	0,0422	0,0181	0,14	0,06
	бор	4,2	0,2685	0,1151	1,34	0,58
Пригородный поселок Масловка	железо	1,8	0,1151	0,0493	0,38	0,16
Пригородный поселок Краснолесный (ст. Графская)	нитраты	50	3,1963	1,3699	2,00	0,86
	железо	0,53	0,0339	0,0145	0,11	0,05
	бор	3,2	0,2046	0,0877	1,02	0,44

Результаты оценки неканцерогенного риска, связанного с присутствием в питьевой воде солей кальция и магния, выполненного даже по максимальным концентрациям, свидетельствуют о достаточно удовлетворительной ситуации, поскольку коэффициенты опасности не превышают единицу (табл. 4.4).

Поскольку на ВПС города Воронежа производят хлорирование питьевой воды, а в квартирах и индивидуальных домах все чаще находят применение водопроводные трубы из органических материалов, и, в связи с этим вероятно образование галогенсодержащих органических соединений, канцерогенный риск может быть связан с продуктами взаимодействия активного хлора и органических веществ, которыми являются тетрахлорэтилен, дихлорбромметан, четыреххлористый углерод,

хлороформ, бромформ и трихлорэтилен. В г. Воронеже осуществляется их лабораторный контроль, результаты которого использованы нами для оценки канцерогенного риска.

Таблица 4.4

Неканцерогенный риск, обусловленный присутствием в питьевой воде г. Воронежа солей кальция и магния (разводящая сеть, максимальные уровни)

Вещество	Максимальная концентрация, мг/дм ³	Максимальная суточная доза, мг/кг в день		Референтная доза (RfD), мг/кг день	Коэффициент опасности (HQ)	
		дети	взрослые		дети	взрослые
Кальций	150,3	9,6082	4,1178	41,4	0,23	0,10
Магний	48,6	3,1068	1,3315	11	0,28	0,12

Прежде всего, следует отметить, что содержание данных веществ в питьевой воде значительно ниже ПДК. Тем не менее, по современным научным данным канцерогенные вещества характеризуются беспороговым воздействием на организм человека, поэтому более корректной является оценка не по кратности превышения ПДК, а по величине индивидуального канцерогенного риска, представляющего собой вероятность появления дополнительных к фону случаев онкологических заболеваний в течение средней продолжительности жизни человека от воздействия того или иного канцерогена.

Установлено, что показатели индивидуального канцерогенного риска, обусловленного присутствием галогенсодержащих веществ в питьевой воде, рассчитанные по максимальным концентрациям этих веществ в разводящей сети, находятся в диапазоне $1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ (т.е. от 1 дополнительного случая онкологического заболевания на 1 млн. населения до 1 случая на 10000 населения), что по классификации уровней риска US. EPA (Агентства по защите окружающей среды США) относится к рангу «низкий – допустимый риск» [31]. Верхняя граница приемлемого риска находится на уровне $1 \cdot 10^{-4}$ (рис.4.11).

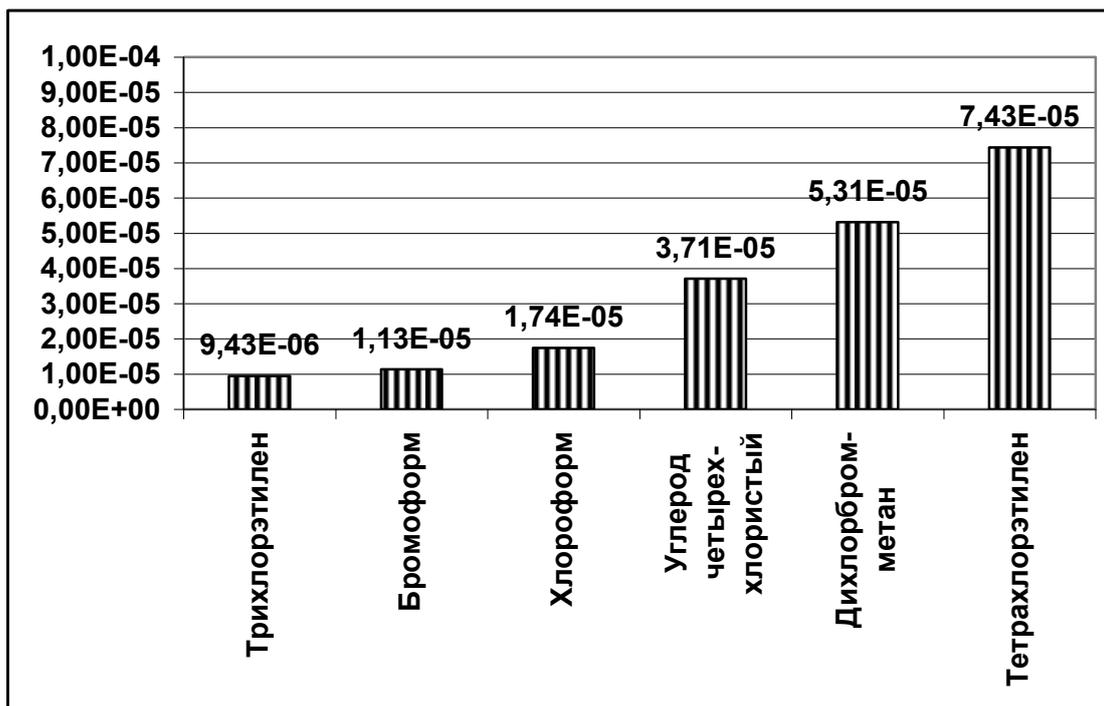


Рис. 4.11. Индивидуальный канцерогенный риск для взрослого населения г. Воронежа, обусловленный присутствием галогенсодержащих химических веществ в питьевой воде (уровни риска - в экспоненциальном формате: $1,00E-04=1 \cdot 10^{-4}$)

Несмотря на наличие в городской черте достаточных запасов пресной воды, в том числе и водохранилища, проблема дефицита питьевой воды продолжает оставаться актуальной. Причиной этого являются невозможность использования для питьевых целей без водоподготовки и обеззараживания воды из водохранилища и открытых водных источников, нерациональность использования питьевой воды из подземных источников, недостаточная мощность существующих водозаборов.

Как показывает практика, для адекватной оценки ситуации и определения приоритетов в обеспечении качества питьевой воды недостаточно руководствоваться действующими санитарно-гигиеническими и экологическими нормативами. В этой связи нами была использована методология оценки риска здоровью, применяемая в мировой практике и рекомендованная к использованию органами госсанэпиднадзора. При этом проводился расчет вероятных доз поступления вредных веществ в организм пероральным путем с учетом возраста для двух групп

(дети «до 6 лет» и взрослое население) и последующий анализ показателей неканцерогенного и канцерогенного рисков.

Применение данного подхода позволило уточнить перечень приоритетных загрязнителей питьевой воды. Так, при оценке неканцерогенного риска, связанного с качеством питьевой воды, выявлено, что коэффициент опасности (HQ) выше 1 в отдельных случаях отмечен по содержанию нитратов и бора. Причем опасность является более выраженной для детей в возрасте «до 6 лет». По превышениям же ПДК в разводящей сети и источниках централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения приоритетами являются железо и марганец, в отдельных источниках – нитраты, бор и повышенная жесткость. Обращает на себя внимание весьма неудовлетворительное качество питьевой воды по санитарно-химическим показателям в пригородных поселках.

Необходимым условием повышения качества питьевой воды является проведение мероприятий по улучшению состояния поверхностных и подземных вод. Успешное решение данной проблемы может быть достигнуто только на основе реализации комплекса мероприятий, основными из которых являются снижение техногенной нагрузки на водоемы (уменьшение объема сбрасываемых сточных вод), эффективное использование водоохранных зон, стабилизация и улучшение гидротехнических параметров (устранение мелководий, увеличение проточности и др.), применение методов биологической защиты. Масштабность этих мероприятий достаточно большая и требует значительного объема финансирования, хотя необходимость их проведения в целях безопасного водопользования не вызывает сомнений.

4.3. Оценка риска, связанного с техногенным загрязнением почв

Анализ зависимости заболеваемости населения города от уровня техногенного загрязнения почв города показывает наличие определенных связей в системе «почва – здоровье», которые проявляются в форме относительно слабых, но достоверных статистических тенденций.

Так, общая заболеваемость детского населения г. Воронежа в целом положительно коррелирует с содержанием в почвах как

нефтепродуктов, так и тяжелых металлов, особенно цинка. Корреляции (r) достигают величин от +0,30 до +0,33 (рис. 4.12).

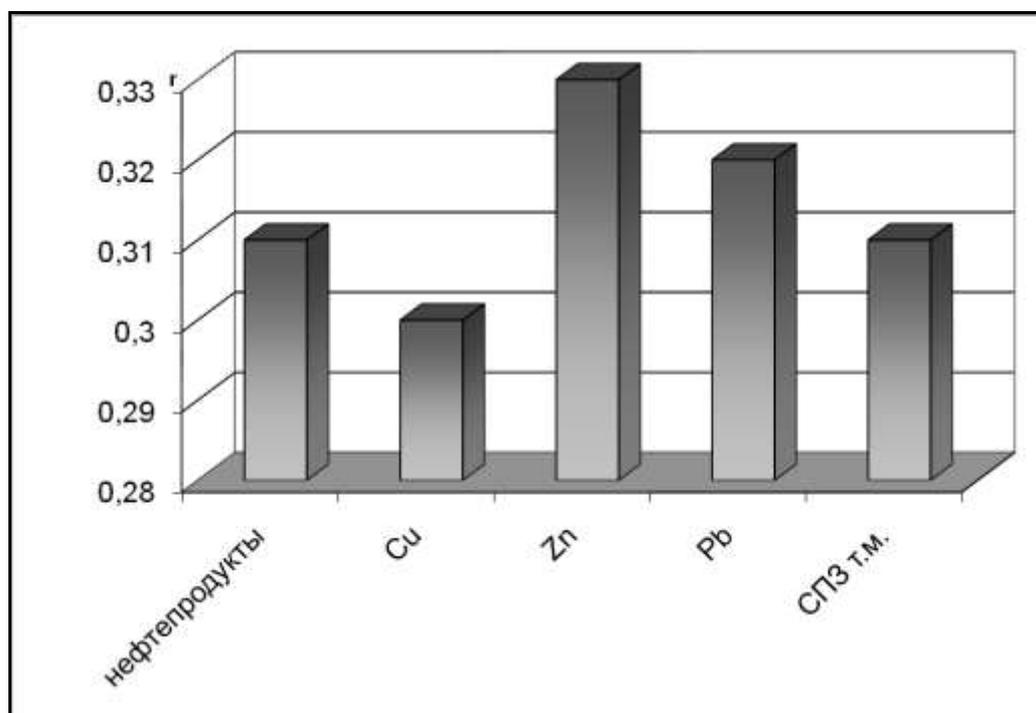


Рис. 4.12. Корреляционные связи общей заболеваемости детского населения с содержанием загрязняющих веществ в почвах (по оси ординат – коэффициент корреляции)

Отмечены положительные достоверные корреляции между концентрациями цинка и болезнями крови и кроветворных органов ($r=0,44$), а также болезнями системы кровообращения ($r=0,41$).

Отдельного рассмотрения заслуживают достоверные корреляционные зависимости средней силы между частотой злокачественных новообразований среди детского населения и концентрациями ряда загрязнителей почвенного покрова, прежде всего, нефтепродуктами (рис. 4.13). Аналогично закономерности, отмеченной для атмосферы, содержание свинца в почве имеет слабую положительную корреляцию с новообразованиями детского населения, что подтверждает потенциальную опасность свинца и определяет целесообразность дальнейшего продолжения мероприятий по санации городской среды с целью минимизации его присутствия во всех депонирующих средах.

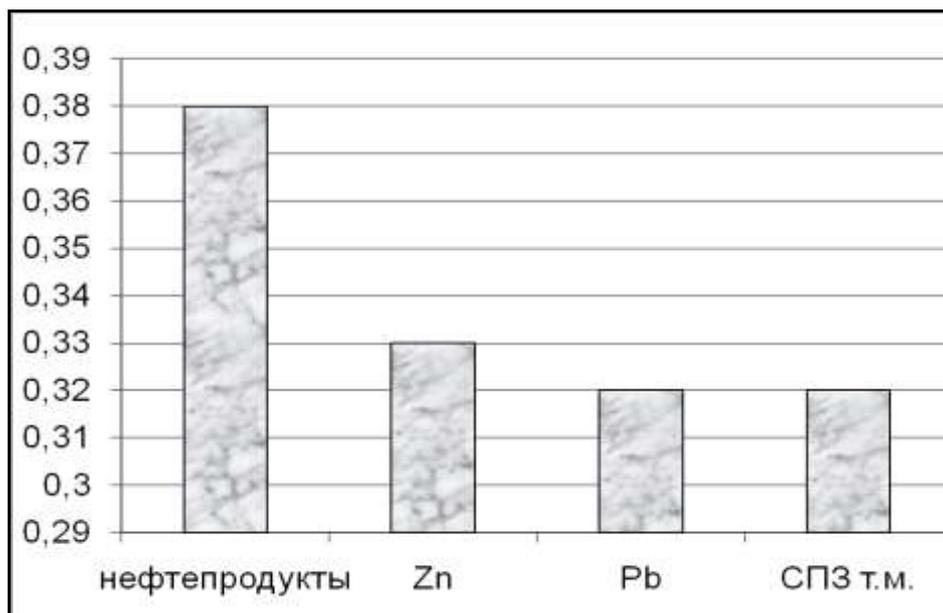


Рис. 4.13. Корреляционные связи злокачественных новообразований детского населения с содержанием загрязняющих веществ в почвах (по оси ординат – коэффициент корреляции)

Для более детальной и углубленной оценки зависимости заболеваемости населения от факторов почвенного загрязнения нами проведен анализ состояния здоровья детей, проживающих на территории индустриального Железнодорожного района г. Воронежа, в зависимости от уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами (цинк, медь, никель, свинец, марганец). На этой территории по результатам снегомерной съемки ранее уже отмечена зависимость почвенно-геохимического фона от степени аэрации городской застройки и высоты снежного покрова зимой (см. раздел 2.5).

Методика исследований включала анализ состояния здоровья детей, проживающих в многоэтажных домах, расположенных в радиусе 300 метров от точки отбора проб почвы на содержание тяжёлых металлов, т.е. в зоне предполагаемого техногенного загрязнения почвы. Данные по здоровью детей предоставлены статистическим отделом детской поликлиники № 5 г.Воронежа (выборка данных и анализ заболеваемости детей проведен совместно с В.М. Щербаковым и Ю.Н. Барвitenко).

Точки пробоотбора с зонами радиусом 300 метров показаны на рисунке 4.14. Выборка и анализ данных проведены по возраст-

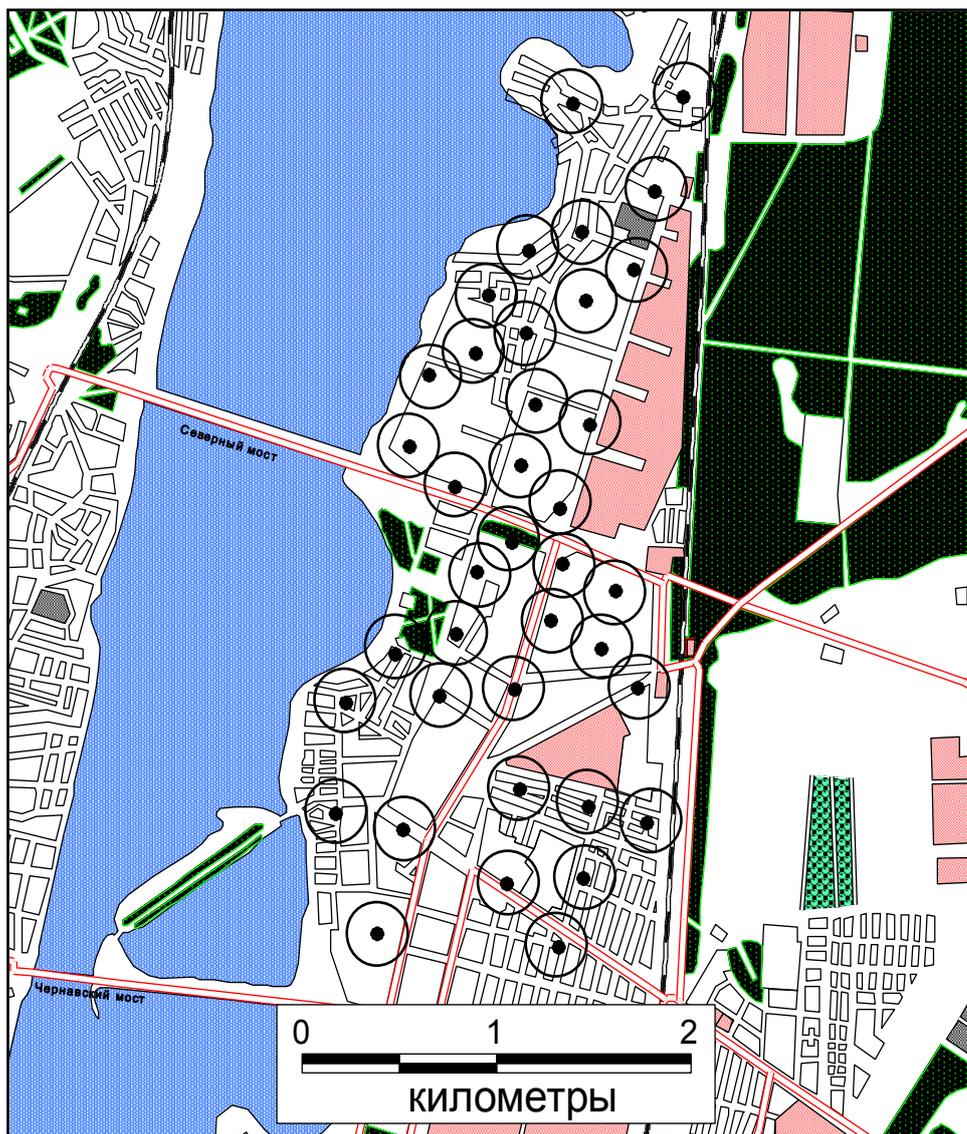


Рис. 4.14. Картограмма точек отбора проб почвы для оценки риска загрязнения тяжелыми металлами на территории Железнодорожного района г. Воронежа (круги: 300-метровые радиусы зон почвенно-геохимического загрязнения)

ным категориям детей, а также группам здоровья и удельному весу часто и длительно болеющих детей (ЧДБ).

При ранжировании показателей заболеваемости детского населения различных возрастных групп и загрязнения почв района тяжелыми металлами (табл. 4.5) установлены достоверные зависимости по ряду оценочных показателей (жирным шрифтом отмечены более информативные связи и тяжелые металлы). Так, наиболее существенны корреляции, достигающие порога сильной

связи, для цинка, в меньшей степени – для марганца и никеля, что особенно очевидно для суммарной заболеваемости всего детского населения (возраст «0-14 лет»). Дети младенческого возраста (группа «0-2 года») имеют довольно высокий «отклик» на показатель суммарного почвенного загрязнения тяжелыми металлами (СПЗ), а также уровень медно-цинкового загрязнения территории. Для детей дошкольного возраста (группа «3-6 лет») характерна реакция на медно-цинковое и марганцево-никелевое загрязнение, однако, связь достоверна, но невысока. Дети младших классов школы (7 – 11 лет) имеют определенный «отклик» на цинково-свинцово-марганцевое загрязнение, а старших классов – на цинково-марганцевое загрязнение почвы района проживания.

Таблица 4.5

Корреляционные связи (r) общей заболеваемости детского населения с загрязнением почв тяжёлыми металлами

Тяжелые металлы и показатель СПЗ	Дети различных возрастных групп				Все дети (0-14 лет)
	0-2 года	3-6 лет	7-11 лет	12-17 лет	
Медь	0,44	0,48	0,18	0,16	0,05
Цинк	0,60	0,40	0,49	0,63	0,70
Свинец	0,17	-0,01	0,37	0,03	0,19
Марганец	-0,39	0,28	0,38	0,40	0,49
Никель	0,18	0,35	-0,01	0,13	0,33
СПЗ	0,65	-0,08	-0,15	-0,15	-0,04

В целом преобладают положительные корреляции в системе «почва-здоровье», но прослеживаются и противоположные закономерности. Неоднозначность статистических связей объясняется, во-первых, многофакторностью воздействия внешней среды на здоровье детей, где имеют место и случайные проявления «формальных связей», обусловленных другими внешними причинами, однако, проявляется и эффект общего техногенного воздействия на общественное здоровье, «зеркалом» которого служит почвенно-геохимический фон, а наиболее надежным «индикатором» ухудшения здоровья детей служит цинк.

Анализ различий состояния здоровья мальчиков и девочек с учетом почвенного загрязнения мест проживания показал, что

мальчики обладают более существенным достоверным «откликом» на свинцово-медно-цинковое загрязнение, причем более отчетлива эта закономерность для возрастных категорий младенцев (0-2 года) и школьников (7-11, 12-17 лет). «Младенческий отклик» может отражать эффект воздействия загрязнения городской среды на здоровье матери, а повышенная реакция школьников на загрязнение почвы вполне закономерна и является следствием усиления контактов школьников со средой обитания по сравнению с детьми дошкольного возраста.

«Отклик» девочек в целом согласуется с общей ситуацией, иллюстрируемой таблицей 4.5 (повышенная реакция на цинково-марганцевое загрязнение), однако, эту группу детей отличает более сильная реакция на колебания марганца в почве (для школьных возрастных групп) и более высокая обусловленность их состояния здоровья суммарным показателем СПЗ в младенческом возрасте (0-2 года). В целом состояние здоровья мальчиков, особенно старших возрастов, более подвержено возрастной зависимости от почвенно-геохимического загрязнения городской среды, чем состояние здоровья девочек.

Аналогичная ситуация прослеживается и при анализе групп здоровья детского населения (табл.4.6).

Таблица 4.6

Корреляционные связи (r) удельного веса детей, относящихся к различным группам здоровья, с загрязнением почв тяжёлыми металлами

Тяжелые металлы	Группы здоровья *			Средний балл здоровья
	1	2	3	
Медь	-0,03	-0,16	0,29	0,17
Цинк	-0,61	0,34	0,35	0,62
Свинец	-0,11	-0,15	-0,05	0,06
Марганец	-0,17	-0,09	0,38	0,32
Никель	-0,27	0,49	-0,36	0,01

**) 1 группа – практически здоровые; 2 – дети с функциональными нарушениями средней степени, 3 – дети с хроническими болезнями и серьезными органическими нарушениями.*

Более информативны показатели загрязнения почвы цинком и марганцем, причем на участках с повышенным содержанием этих металлов во взаимном сочетании сокращается удельный вес практически здоровых детей и возрастает удельный вес детей 2-й и особенно 3-ей групп с пониженным рейтингом здоровья. Средний балл здоровья падает. Установлено снижение значимости тяжелых металлов по предполагаемому воздействию на здоровье детей («индикаторная роль» общего техногенного воздействия на среду обитания): цинк – марганец – медь – свинец. По никелю связь неоднозначна и неясна, величина СПЗ достоверной связи с группами здоровья также не показывает.

При исследовании связи часто и длительно болеющих детей (ЧДБ) с загрязнением почвы тяжёлыми металлами (табл. 4.7) отмечена наибольшая лабильность младенческой группы по отношению к медно-никелевому загрязнению почвенных участков мест проживания, а также к суммарному показателю СПЗ. Эта ситуация в «ослабленном варианте» проявляется и для следующей возрастной группы дошкольников (3-6 лет), а в более старшем возрасте становится недостоверной и неоднозначной, когда, видимо, «включаются» в воздействие другие факторы риска.

Таблица 4.7

Корреляционные связи (r) удельного веса часто и длительно болеющих детей (ЧДБ) с загрязнением почвы тяжёлыми металлами

Тяжелые металлы и показатель СПЗ	Дети различных возрастных групп				Все ЧДБ дети (0-14 лет)
	0-2 года	3-6 лет	7-11 лет	12-17 лет	
Медь	0,45	-0,26	0,03	0,11	0,11
Цинк	0,04	0,41	-0,15	-0,06	0,30
Свинец	0,00	0,07	0,12	-0,15	-0,03
Марганец	-0,16	0,26	-0,03	-0,33	-0,14
Никель	0,41	0,52	-0,13	0,02	0,30
СПЗ	0,53	0,17	-0,17	0,01	0,15

Таким образом, высокое загрязнение городской среды в локальных местах проживания, индикатором которого служат тяжелые металлы в почве, может вносить вклад в развитие хрони-

ческой патологии и утяжеление болезней (группа ЧДБ) у детей младших возрастов как следствие их пониженной биологической адаптированности к неблагоприятным экологическим воздействиям. В более старших возрастных категориях реакция на техногенное загрязнение «затухает» и более отчетливо вновь проявляется в старшем школьном возрасте, преимущественно у мальчиков.

Наиболее надежным индикатором общего загрязнения городской среды в промышленных районах г.Воронежа служит цинк, рост концентраций которого наблюдается в местах проживания детей с пониженным уровнем здоровья. Хотя цинк (активатор многих ферментов) не столь токсичен, как многие другие тяжелые металлы, но наряду со свинцом он входит в состав автомобильных выхлопов; при избытке в окружающей среде токсичен для органов дыхания, иммунной системы, кроветворных органов [31]. Этот элемент весьма подвижен в почвах легкого минерального состава, преобладающих в левобережном секторе города, что определяет необходимость почвенно-геохимического мониторинга для регулярного контроля уровня загрязнения городских почв.

4.4. Экологическое зонирование городской среды

Экологическое зонирование – один из эффективных способов анализа информации для обоснования схем перспективного градостроительства и обеспечения экологической безопасности населения промышленных городов. Зонирование предусматривает расчленение территории на зоны, за каждой из которой закрепляется определенный тип хозяйственного использования. Экологический аспект данной проблемы связан с созданием рациональной организации внутригородской инфраструктуры и городского ландшафта с достижением максимального оздоровительного эффекта. При этом основной целью является охрана и улучшение здоровья населения на основе выявления, мониторинга и нейтрализации вредных факторов риска здоровью населения [20,21].

Для экологической диагностики зон различного риска для здоровья населения на территории г.Воронежа нами использо-

вался метод компьютерного геоинформационного картографирования в среде MapInfo.

Зонирование осуществлялось при помощи модуля 3D MapInfo 7.8. По количественным характеристикам состояния окружающей среды (атмосферы, почвы), критериям заболеваемости взрослого и детского населения, а также индексам риска (канцерогенного и неканцерогенного), рассчитанным в узловых точках формально-территориальной сетки квадратов (всего - 152 точки), строили исходные карты качества среды, рейтинга общественного здоровья и уровней риска здоровью. Равномерное распределение точек по территории города позволило построить изолинейные карты методом картографической интерполяции.

Сопряженный анализ и обобщение комплекса исходных карт позволили ранжировать степень экологической опасности проживания населения в пределах внутригородской территории и выделить 5 зон экологического риска для населения: от «допустимого» до «опасного» (рис. 4.15).

1. Зона низкого (допустимого) риска (12% площади городского округа) охватывает сплошной областью большую часть территории Северного жилого района и микрорайона Агроуниверситета. На данной территории практически во все сезоны не наблюдается превышений нормативных концентраций контролируемых загрязняющих веществ в воздушном бассейне, а уровни техногенного загрязнения почв минимальны. В жилые и рекреационных, «спальных» микрорайонах наблюдаются наиболее низкие в городе уровни заболеваемости как детского, так и взрослого населения, а наиболее благополучна по большинству оценочных критериев территория микрорайона Агроуниверситета (ул. Березовая роща, Ломоносова, Дарвина, Тимирязева). В микрорайонах сложилась удачная функционально-планировочная инфраструктура и достаточно высока степень озеленения.

В целом эти микрорайоны вполне отвечают «экологическому стандарту», т.е. норме городских условий жизнеобеспечения для российских условий, однако, в полной мере считать эти территории комфортными проблематично, во-первых, из-за транспортных проблем, связанных с удаленностью микрорайонов от общественно-делового центра города, а, во-вторых, из-за ситуации, связанной с хозяйственно-питьевым водоснабжением, в

частности, острым дефицитом воды в Северном жилом районе

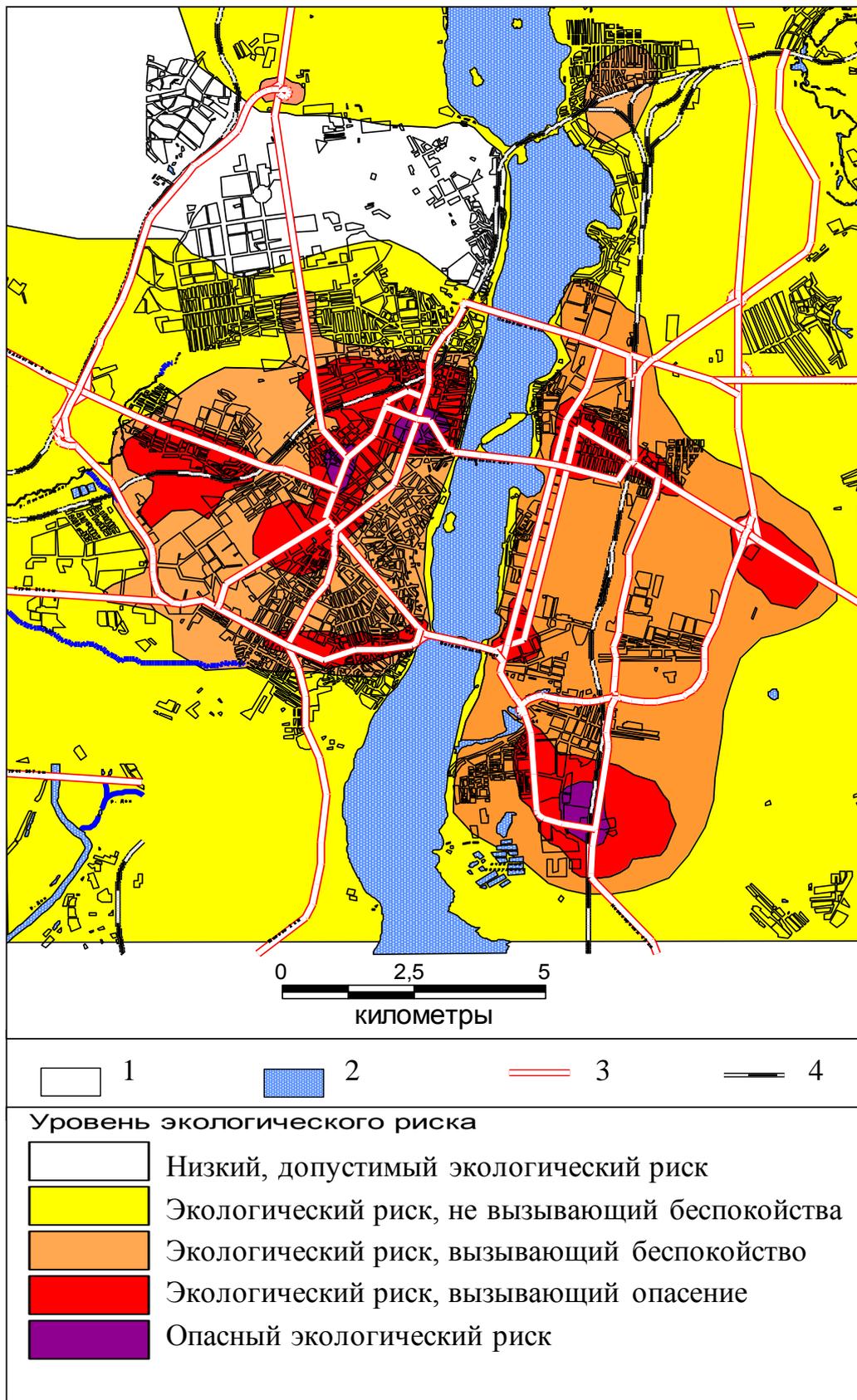


Рис. 4.15. Экологическое зонирование территории г.Воронежа

1 – жилая застройка; 2 – водные объекты;

3 – автодороги; 4 – железные дороги

(подача по графику) и низким качеством питьевой воды, подаваемой населению микрорайона Агроуниверситета (железисто-марганцевое загрязнение). К сожалению, подобная ситуация характерна и для большинства других микрорайонов города.

2. Зона удовлетворительного (предельно допустимого, не вызывающего беспокойства) экологического риска (около 60% площади городского округа) – наиболее крупная по площади зона, охватывающая преимущественно городские окраины как по правобережью, так и левобережью города. На этой территории, как правило, большинство оценочных критериев техногенного загрязнения среды не превышают гигиенические нормативы, однако, в периоды неблагоприятных метеоусловий возможны превышения нормативных показателей загрязнения атмосферы по диоксиду азота и пыли в теплый период из-за работы автотранспорта (вблизи Авторынка, по ул. Хользунова, вблизи развязки ул. 9-е Января с выездом в п.Придонской; вдоль левобережной застройки по ул. Б.Хмельницкого, в микрорайоне Отрожка), а по диоксиду серы – в холодный период из-за работы многочисленных котельных и других объектов теплоэнергетики. Заболеваемость населения, проживающего на данных территориях, близка к «общегородскому фону».

3. Зона повышенного (вызывающего беспокойство) экологического риска (около 20% площади городского округа) располагается в виде двух основных крупных областей – в Центральной правобережной и на большей части левобережного сектора города. По правобережью в эту зону попадают селитебно-промышленные массивы застройки Коминтерновского района, окраинные участки общественно-делового центра Воронежа в пределах Центрального и большей части Ленинского и Советского городских районов. Это - «старая», ранняя застройка города, отличающаяся умеренным техногенно-промышленным прессингом на среду обитания, более высоким озеленением, отсутствием очагов высокой концентрации вредных объектов. Безусловно, эти районы нельзя считать вполне безопасными (например, на территории Советского и Ленинского районов вместе взятых располагаются свыше 50 промышленных предприятий: заводы машино-

строительного, пищевого, строительного профиля: КБХА, механический завод, ЖБИ-2, АБЗ, молокозавод, мясокомбинат, автотранспортные предприятия и др.).

В левобережной части города эта зона охватывает значительную площадь в основном селитебно-транспортных зон и массивы малокомфортной застройки 70-х – 80-х годов прошлого столетия, где смешаны селитебные, промышленные, транспортные микрорайоны. Здесь отмечается сезонное ухудшение качества атмосферы, «ответным откликом» на которое становится рост многих хронических заболеваний населения. Причем низменное левобережье города в связи с розой ветров преимущественно широтной ориентации служит своеобразным «приемником» отходящих выбросов правобережья, что усугубляет общую неблагоприятную обстановку.

В то же время в пределах данных территорий отсутствуют экстремально загрязненные участки и геохимические аномалии. Почвенный покров правобережья, видимо, вследствие длительного периода освоения этого исторического ядра города, в целом имеет довольно высокое загрязнение тяжелыми металлами.

Заболеваемость проживающего населения можно оценивать как «среднюю» или «выше среднего уровня», причем последняя оценочная градация более справедлива для левобережного сектора города. Выше среднего уровня отмечаются преимущественно болезни, отражающие качество генофонда и уровень иммунологической защиты организма, в частности, врожденные аномалии, болезни крови и кроветворных органов, а также болезни эндокринной системы у взрослого населения.

4. Зона высокого (вызывающего опасение) экологического риска (около 7% площади городского округа) располагается мелкоочаговыми пятнами: 1) в районе ул. 9-е Января, 2) в центральной части города (от железнодорожного вокзала «Воронеж-1» до ГП «Воронежский Механический завод»), 3) вдоль ул. Матросова – до ул. Грамши, 4) в микрорайоне «Машмет» Левобережного района, 5) в районе нефтебазы и выезда из города на Ростовскую трассу, 6) в районе ул. Димитрова (пересечение с Ленинским проспектом). Многочисленны промышленно-транспортные микрорайоны, смешанные с селитебной застройкой. В данной зоне наблюдаются определенные геохимические аномалии содержа-

ния различных загрязняющих веществ (нефтепродуктов и тяжелых металлов) и высокая заболеваемость населения, в том числе эндокринной патологией, болезнями органов дыхания, нарушениями репродуктивной функции женщин.

5. Зона очень высокого (опасного) экологического риска (около 1% площади городского округа) расположена тремя наибольшими «пятнами»: 1) в районе спуска от пр-та Революции к Чернавскому мосту (пересечение ул. Манежная и Ст. Разина), 2) в Центральном секторе города (у пересечения ул. Плехановская - Кольцовская), 3) в микрорайоне «Машмет» Левобережного района (в зоне влияния ОАО «Амтел-Черноземье» и ОАО «Воронежсинтезкаучук»). На данной территории наблюдаются наиболее обширные геохимические аномалии содержания загрязняющих веществ в почвенном покрове, а также сезонно-высокое содержание атмосферных поллютантов, и, как следствие, -значительные уровни экологического риска и высокая заболеваемость населения.

В целом 4-я и 5-я зоны высокого риска характеризуются наиболее массивным техногенно-промышленным прессингом на среду обитания. В них сосредоточен основной промышленный потенциал города с многочисленными рассредоточенными источниками вредных выбросов (на правобережье: Воронежский керамический завод, ОА «Воронежсельмаш», АО «Воронежтяжмехпресс», ТЭЦ-2 и др; на левобережье: ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Амтел-Черноземье», АООТ «ВАСО», ОАО «Рудгормаш» и др.), недостаточным озеленением и слабой рекреацией, что обуславливает самый высокий в городе как канцерогенный, так и неканцерогенный риски здоровью.

Закономерность сложившейся неблагоприятной ситуации подтверждается высокой частотой регистрации основных экологически обусловленных заболеваний экспонированного населения, особенно из классов болезней крови и кроветворных органов, органов дыхания, врожденных аномалий развития, осложнений течения беременности и родов. Причем общая заболеваемость населения в промышленных районах города в 2 - 3 раза выше, чем в «условно-чистых». Более устойчивы различия по болезням органов дыхания, крови и врожденным аномалиям. По другим классам болезней различия менее выражены, а по наибо-

лее опасным (злокачественным новообразованиям) нет существенных различий по территории города, т.к. в их формирование большой вклад вносит производственный фактор.

Сопоставление различных возрастных контингентов населения и структуры их заболеваемости свидетельствует об отчетливом и закономерном увеличении уровня заболеваемости населения в связи с техногенно-загрязненной городской средой по сравнению с «условно-чистыми» зонами и контрольными группами населения внепромышленных зон. Видимо, постоянное проживание в техногенно-загрязненной городской среде снижает иммунно-адаптационные механизмы приспособляемости организма, что приводит к закономерному росту патологических состояний. Достоверность модельных расчетов риска подтверждается их корреляцией с фактическими критериями состояния здоровья населения, которые закономерно ухудшаются в районах с повышенным техногенным давлением на среду обитания.

Проведённое экологическое зонирование внутригородского пространства г.Воронежа показало, что значительная территория жилой зоны города (около 28 %) расположена в зонах недопустимого риска, вызывающего беспокойство и опасение. Это позволяет дифференцированно подойти к планированию оздоровительных мероприятий и выработке эффективной экологической политики с учетом различий медико-экологической обстановки в городе и необходимости решения приоритетных экологических задач.

4.5. Управление риском и оздоровление городской среды (городская экологическая политика)

Управление риском является логическим продолжением оценки риска и направлено на обоснование наилучших в данной ситуации решений по его устранению или минимизации, а также динамическому контролю (мониторингу) экспозиций и рисков, оценке эффективности и корректировке профилактических и оздоровительных мероприятий. В условиях высокого техногенного давления на среду обитания современных промышленно-развитых городов управление риском служит условием обеспече-

ния экологической безопасности и главным ориентиром городской экологической политики.

Основой перспективного развития Воронежа, безусловно, служит разработанный в 2006 г. и утвержденный к реализации новый «Генеральный план городского округа город Воронеж» (Генеральный проектировщик – ОАО «Воронежпроект», гл. архитектор – А.П. Бородецкий). Новый Генплан определяет проектные решения до 2022г., а основными идеями стали: модернизация городской инфраструктуры и поиск территориальных ресурсов для застройки, совершенствование инженерной и транспортной систем жизнеобеспечения, вынос отдельных вредных производств за городскую черту и оздоровление окружающей среды, развитие природного комплекса и экологических каркасов. Таким образом, экологический аспект оказался одним из определяющих в общей концепции нового Генплана города. Причем проект сохраняет преемственность относительно развития уже сложившихся функциональных зон, социальной и транспортной инфраструктуры.

Рассмотрим подробнее некоторые проектные решения с экологической точки зрения и с позиции тех проблем, которые уже очевидны не только экологам и гигиенистам, но и большинству жителей города. Для нейтрализации негативного техногенного воздействия на здоровье населения нужен особый подход, ориентированный на комплексное решение как градостроительных, так и организационно-технических, а также экологических задач. Только межведомственное взаимодействие различных административных структур станет одним из эффективных условий для решения комплекса сложнейших проблем городского развития.

Среди мероприятий, направленных на снижение экологического риска, обозначенных в новом Генплане (2006), нам представляются приоритетными три задачи, направленные на минимизацию содержания в атмосфере (как основной природной среде, формирующей зоны экологического риска) загрязняющих веществ – производных технологического прессинга города, а именно, следующие позиции.

1. Модернизация транспортных сетей города с увеличением их пропускной способности, качества дорожного покрытия,

средней скорости движения транспортных средств.

2. Модернизация технологических процессов и сокращение выбросов в атмосферу предприятий теплоэнергетики и ряда других промышленных объектов для обеспечения допустимого загрязнения воздушного бассейна.

3. Развитие и реконструкция систем внутригородского и внешнего пригородного озеленения с созданием экологического каркаса.

Стратегически важно скорректировать существующий баланс застройки с тем, чтобы рассредоточить непрерывную и достаточно обширную зону высокого техногенного прессинга и более высокого экологического риска на территории города, внедрив в существующую застройку элементы экологического каркаса (озеленение, садово-парковые рекреационные микрзоны).

Модернизация транспортной инфраструктуры

Основным источником загрязнения городской среды Воронежа является автотранспорт. Главной причиной высокого загрязнения природной среды города выбросами автотранспорта является низкая скорость движения автотранспортных средств, которая в дневное время в центральной части города составляет около 30 км/час (и менее в условиях автомобильных пробок в часы «пик»), при том, что экологически оптимальная скорость – 90 км/час. Для ликвидации данной проблемы новым Генпланом (2006) предложены следующие мероприятия.

1. Увеличение пропускной способности городских автодорог. Для этого предусмотрено создание объездных путей основных транспортных артерий города и основных «проблемных» перекрёстков. Представляется целесообразным расширить ул. Солнечная для беспрепятственного проезда из Северного жилого района в Ленинский район города. Кроме того, представляется своевременным организация двухконтурного объездного пути центральной части города: первый контур в виде полукольцевой магистрали вокруг Центрального района, проходящей от ул. Ленина по улицам: Урицкого, проспект Труда, Машиностроителей, Космонавтов, Колисниченко, Чапаева и Грамши до Вогрэсовского моста. Второй контур образуется из четырёх диаметров: двух

диаметров в виде скоростных городских дорог (вдоль ул. Антонова-Овсеенко – Героев Сибиряков в правобережной части и построенного восточного обхода автодороги Москва — Ростов-на-Дону в левобережной части), и трёх диаметров в виде магистральных улиц непрерывного движения (один диаметр проложен по улицам Остужева – Северный мост – ул. Цветущая – Бурденко – ул. 45 Стрелковой Дивизии в перспективе с выходом на автомагистраль к г. Семилуки; второй диаметр пройдет от автодороги на Ростов-на-Дону по улицам Циолковского – Героев Стратосферы – Вогрэсовский мост – Грамши – Матросова – проспект Патриотов с выходом на автодорогу к г. Курск; третий диаметр в левобережной части пройдет по улицам Новосибирская - Лебедева - Ленинский проспект - в дальнейшем с выходом на обходную автотрассу Москва – Ростов). Для разгрузки автодорог представляется целесообразным строительство скоростных эстакад для легкового автомобильного транспорта вдоль Московского проспекта и ул. Плехановская (от кольца у памятника. Славы до пл. Ленина с возможностью въезда и выезда на пл. Заставы, ул. Кольцовскую), где минимальная скорость движения должна составлять 80 км/ч; ряда мелких эстакад через наиболее напряжённые перекрёстки города (проспект Революции - ул. Транспортная, ул. Кирова - ул. 20 лет Октября, ул. Краснознамённая - ул. Матросова, ул. Остужева - Ленинский проспект).

За расчётным сроком проектирования генерального плана после выноса заводского аэродрома, предполагается создать третий контур в виде скоростных городских дорог, соединяющих две вышеназванные скоростные дороги между собой с новыми дополнительными мостовыми переходами через русло реки Воронеж; на севере – вдоль существующего железнодорожного моста и на юге в районе пос. Шилово.

2. Обеспечение движения автомобилей на всех транспортных артериях города в режиме «зелёная волна». То есть все светофоры города должны быть настроены таким образом, чтобы при движении автомобиля с одинаковой скоростью – 60 км/ч – на всех встречающихся ему светофорах был «зелёный сигнал». Примером эффективного использования данного режима автодвижения может служить разветвленная, но прекрасно организованная сеть автодорог столицы Белоруссии - города Мин-

ска.

3. Повышение качества дорожного покрытия. Эта мера особенно важна для г.Воронежа, т.к. позволит существенно снизить запыленность и загазованность воздушной среды города. Во многом это связано с рациональной организацией ремонтно-строительных дорожных работ. При ремонте дорог целесообразно использовать более качественный материал дорожного покрытия, современные технологии холодного рециклинга. Причем, ремонт автодорог желательно осуществлять в ночное время, производя за один сеанс 100% работ. При работе ремонтных бригад в дневное время суток практически всегда на улицах города создаются длинные «автомобильные пробки», затрудняется и общее движение, а в часы «пик» вообще может возникнуть «транспортный коллапс».

Примером эффективного ремонта дорожного покрытия, в результате которого не создаётся помех основному потоку транспортных средств, а качество покрытия остаётся на высоком уровне, можно назвать, например, работу дорожных служб городов Белгорода, Москвы. Кроме того на территории г.Воронежа в зимнее время года движение автотранспорта нередко осложняется снежными заносами, гололедом, а работа снегоуборочной техники в дневное время лишь увеличивает размеры «автомобильных пробок».

Следует, однако, отметить, что в течение 2009г. эта серьезная проблема начала конструктивно решаться, так к ноябрю 2009 г. завершена укладка нового дорожного покрытия по всему Московскому проспекту от северного въезда в город до центральной площади им. В.И. Ленина, что значительно улучшило качество движения по трассе, хотя и не избавило автовладельцев и общественный транспорт от «пробок» на многочисленных перекрестках и светофорах.

4. Освобождение проезжей части от пешеходных потоков осуществимо строительством подземных и надземных переходов на оживлённых перекрёстках и остановках городского транспорта – Памятник Славы, Центральный автовокзал, Северный универсам, Центральный рынок, ул. Остужева и др. Экономическая целесообразность строительства подземных переходов заключается в возможности продажи в них торговых площадей. В

местах невозможности сооружения подземных переходов по различным причинам их можно заменить пешеходными эстакадами. Дополнительной мерой, освобождающей автодороги города от пешеходов, может послужить система штрафных санкций за переход дороги в непредусмотренных местах, успешно применяемая во многих городах СНГ (Киеве, Астане и др.) и исчезнувшая в г.Воронеже, хотя еще в недавнем прошлом (70 – 80-е гг. прошлого столетия) она рассматривалась практически как «норма».

5. Развитие электротранспорта. В новом Генплане города планируется развитие сети городского пассажирского транспорта с созданием вдоль существующего железнодорожного полотна изолированных железнодорожных путей для пропуска по ним нового вида скоростного транспорта – «лёгкого метро» с использованием модернизированной эстакады Северного мостового перехода для соединения основной части города с его левобережной частью. Создание линии «лёгкого метро» позволит, как считают проектировщики, значительно разгрузить мостовые переходы от движения общественного транспорта.

Теоретически это так, но возникают, по крайней мере, два вопроса: востребованность нового вида транспорта населением и финансовый. Так, схема довольно протяженной трассы «легкого метро» на значительных отрезках пролегает через окраинные или малонаселенные районы (от Северного авторынка – к юго-западному кладбищу – далее разворот в центральный сектор города через Курский вокзал – станцию «Воронеж -1» – на эстакаду Северного моста – ул. Остужева - далее вдоль железнодорожных путей параллельно Ленинскому проспекту на юг до пос. Масловка), что делает длительным и неудобным передвижение из плотнозаселенного Северного жилого района в центр города и наоборот; к тому же проект достаточно дорогой для городского бюджета, что ставит под сомнение его эффективность и реальность выполнения.

Более экономично развитие линий электротранспорта - скоростного трамвая и троллейбуса. В частности, предлагается связать район пос. Шилово с основной частью города линией скоростного трамвая сбоку на обособленном полотне на продолжении ул. Острогужской, которая в перспективе может быть превращена в магистральную улицу с непрерывным движением или

в скоростную городскую дорогу.

Для оптимизации транспортных перевозок планируется также соорудить новый автожелезнодорожный вокзал в центральной части левобережья города с целью улучшения транспортного обслуживания пассажиров на пересадках с железнодорожного транспорта на автомобильный и наоборот и уменьшения нагрузки участка железной дороги «Отрожка - Воронеж-1».

Следует отметить, что дополнительной причиной загрязнения природных сред выбросами автотранспорта является использование автотранспортных средств с некачественными механизмами, создающими значительный выброс загрязняющих веществ, а также, несмотря на постановление администрации г. Воронежа № 357 от 15.09.1997 г., продолжение «контрабандного» использования дешёвого и некачественного этилированного бензина, хотя и в небольшом объеме. В основном это присуще большегрузному транзитному транспорту. Для предотвращения «контрабандного» ввоза этилированного бензина можно рекомендовать следующее.

Во-первых, ограничить въезд в г. Воронеж транзитного большегрузного транспорта за счет прокладки автомобильных обходов г. Воронежа по магистральной федеральной дороге «М-4» и по федеральной трассе «Курск – Воронеж – Борисоглебск – Саратов». После запуска объездных дорог – введение запрета на въезд в город транзитного большегрузного транспорта при отсутствии необходимости остановки в г. Воронеже. Примером эффективного применения таких решений могут служить правила проезда транзитного автотранспорта, например, через г. Владимир.

Во-вторых, обеспечить установку на всех въездах в город постов экологического контроля за выбросами загрязняющих веществ автомобилями (СО, СН и др.). Автомобили, зарегистрированные в Воронежской области и превышающие допустимые нормы выбросов, - подвергать штрафным санкциям; автомобилям, зарегистрированным вне Воронежской области, - помимо штрафных санкций ограничивать въезд в г. Воронеж до ликвидации неисправностей. Примером эффективной работы подобных постов контроля служат российский город Кисловодск и украинская Одесса.

Реальное улучшение состояния воздушного бассейна может

быть достигнуто лишь при коренной модификации транспортной системы, снижении объемов грузовых перевозок в черте города, внедрении скоростных видов городского транспорта, более широком использовании почти «забытого» общественного электро-транспорта. Этому будет способствовать снижение токсичности отработавших газов автомобильных двигателей, обновление парка автомобилей, разработка и реализация комплекса организационно-технических мероприятий по снижению выбросов, включающих ужесточение контроля за техническим состоянием автомашин, инструментальный контроль токсичности, дымности отработавших газов, перевод автомобилей на альтернативное топливо.

Модернизация технологических процессов

В настоящее время остро стоит проблема загрязнения воздуха предприятиями города, в первую очередь, объектами теплоэнергетики и химической промышленности, а также недостаточного контроля за разрешенными выбросами предприятий. Для достижения технологической задачи снижения выбросов в атмосферу путем модернизации производства целесообразно обратить внимание на реализацию следующих мероприятий.

1. Изменение топливного баланс в теплоэнергетической промышленности: снижение доли угля и мазута в качестве топлива и переход на газовое топливо на ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, котельных ВГК «Тепловые сети» и других предприятиях. Это позволит уменьшить содержание диоксидов серы и азота, оксида углерода, фенола в атмосферном воздухе. Также следует предложить улавливание диоксида серы в отходящих газах с последующим окислением до серы на специальных установках.

2. Разработка и внедрение мероприятий по модернизации вредных технологических процессов и минимизации выбросов вредных веществ в атмосферу. Так, на предприятиях, использующих в технологическом процессе смолы с содержанием формальдегида (ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Амтел – Черноземье», ОАО «Электроприбор», Механический Завод, АО «ВАСО»), требуется перейти на использование в технологических процессах на смолы с пониженным содержанием формаль-

дегида или безформальдегидные связующие. Данное мероприятие позволит уменьшить содержание формальдегида в атмосферном воздухе, который создает повышенный канцерогенный риск в селитебно-промышленных микрорайонах.

На предприятиях химической промышленности обеспечить полное сжигание отработанных газов в технологических печах; повышение КПД газопылеулавливающих установок путем увеличения плотности орошения скрубберов, изменение схем подачи рассола на холодильники, плавного сброса давления в аппаратах.

На предприятиях машиностроительной промышленности обеспечить запрет залповых выбросов вредных веществ в атмосферу; строгое соблюдение технологического режима литейного, кузнечного и гальванического производства; уменьшение объема работ с применением красителей, кислот, щелочи и других агрессивных вредных веществ, выделяющихся в атмосферу.

На предприятиях с высокими выбросами пыли (АОЗТ «Воронежский комбинат строительных материалов», Механический завод, котельные, установленные на большинстве предприятий города) внедрить усовершенствованные методы очистки, т. е. провести замену циклонов на современные тканевые фильтры. Весьма эффективно применение полностью или частично замкнутых воздушных циклов, улучшение герметизации заводской аппаратуры. Производить осуществление выгрузки пыли из бункеров циклонов дробильного отделения только в контейнеры через специальные эластичные рукава.

Для эффективного предотвращения повышения уровня загрязнения воздуха следует в первую очередь сокращать низкие, рассредоточенные, холодные выбросы.

3. Организация и благоустройство санитарно-защитных зон промышленных предприятий в соответствии с экологическим законодательством. Расселение жителей города Воронежа, проживающих в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий. Компенсировать часть экономических затрат данного мероприятия возможно путём продажи освободившихся жилых зданий под складские помещения или промышленные предприятия с более низким классом вредности. На месте ветхих зданий, не подлежащих реконструкции, возможна организация стоянок автомобильного транспорта, строительство гаражей, эко-

номическая выгода которых вполне очевидна.

Развитие природного комплекса и внутригородского озеленения

Проведение мероприятий по озеленению города в значительной мере уменьшит уровень содержания загрязнителей в атмосфере, что, в свою очередь, приведет к снижению экологического риска.

Известно, что зеленые насаждения способны значительно уменьшать содержание вредных примесей в воздухе. Это происходит за счет поглощения растениями части газов в процессе фотосинтеза, а также отражения и рассеивания их вертикальными и горизонтальными воздушными потоками. Такие потоки образуются на участках, покрытых деревьями, кустарниками, газонами с включением водоёмов и цветников.

Зеленые насаждения также эффективно аккумулируют пылевидные примеси, отфильтровывая их из воздуха. В летнее время деревья накапливают до 40-50% пыли, в осенне-весенний сезон – 25-40%. Растения, имеющие опушенные, клейкие и шероховатые листья в большей степени обладают этой способностью. На участках улиц, лишенных растительности, запыленность пространства повышается в 2-3 раза по сравнению с озеленёнными участками. Уровень запылённости эффективно снижают плотные изолирующие посадки деревьев и кустарников.

Для минимизации содержания в атмосферном воздухе г. Воронежа пыли и газовых смесей техногенного происхождения целесообразно на территориях, подверженных техногенному прессингу (санитарно-защитных зонах промышленных предприятий, объектов теплоэнергетики, вдоль автодорог), производить посадку следующих видов зеленых насаждений:

- лиственные древесные растения – липа войлочная, липа мелколистная, тополь канадский, тополь черный, ясень зеленый, клещевник трехколючковая, лох узколистный;
- хвойные древесные растения – можжевельник казацкий, туя западная и другие;
- кустарниковые растения – бирючина обыкновенная, де-

рен обыкновенный, кизильник блестящий, снежнягодник обыкновенный, спирея средняя, спирея Вангутта.

На наиболее загазованных участках (перекрестки крупных автодорог) целесообразно включать в состав насаждений газостойчивые хвойные породы (ель колючая, туя западная, можжевельник казацкий). Кроме того рациональное озеленение позволит значительно снизить общий уровень шума и уменьшить звуковой дискомфорт для населения.

Для организации шумозащиты магистралей г.Воронежа с интенсивным движением целесообразно расширить и организовать новые полосы зеленых насаждений шириной не менее 10-15 метров, состоящие из нескольких рядов деревьев и кустарников. При этом ряды должны быть расположены на таком расстоянии друг от друга, чтобы кроны не смыкались. Такое размещение более эффективно, т. к. каждый ряд насаждений вновь экранирует шум. Высокие виды деревьев (тополь пирамидальный, тополь бальзамический, тополь черный, клен остролистный, липа мелколистная) необходимо чередовать с низкими шаровидными формами (акация белая, рябина обыкновенная, декоративные формы яблони ягодной).

Для оптимизации газового состава атмосферного воздуха на территории жилых зон целесообразно шире практиковать «вертикальное озеленение» по опыту прибалтийских городов - Вильнюса, Риги. Для этого вьющиеся виды растений, листья которых задерживают пыль, увеличивают относительную влажность воздуха и приглушают уровень шума, необходимо расположить вдоль стен, подъездов и фасадов зданий, беседок, осветительных опор, площадок отдыха. Помимо экологической целесообразности это будет иметь определенный эстетический эффект.

Для «вертикального озеленения» жилой зоны города Воронежа целесообразно использовать следующие виды растений: а) древесные растения – виноград пятилисточковый, древогубец круглолистный, жимолость обыкновенная, каприфоль обыкновенная; б) травянистые растения – ипомея обыкновенная, настурция обыкновенная, фасоль декоративная.

Наиболее значительными резервными территориями для зеленого строительства являются: территории у спортивного комплекса «Юбилейный», участки набережных: Спортивной, Горь-

кого, Авиастроителей. Одной из перспективных задач по озеленению городской территории, является организация лесопарков

Таблица 4.8

Экологическая оценка основных проектных решений
Генерального плана городского округа г.Воронеж (2006)

Проектные решения	Положительные аспекты	Проблемные (отрицательные) аспекты
1. Планировка и промышленно-гражданская застройка	Увеличение площади высокоэтажной застройки и реконструкция ветхих строений; улучшение градостроительного баланса; вынос вредных предприятий за границу городской черты («Сельмаш», ЖБИ, военный аэродром, гаражи); улучшения градостр. зонирования	Застройка прибрежной части склона водохранилища вместо развития рекреации; застройка территорий левобережья (Отрадное) и поймы Дона (Подгорное) вблизи водоемов; отсутствие мероприятий по отселению жителей из СЗЗ промышленных предприятий
2. Транспортная инфраструктура города и пригородной зоны	Разгрузка центра города; внедрение дифференцированной сети автодорог по назначению и скоростям движения (3 контура, 2 новых моста); шумозащитные сооружения вдоль автотрасс	Не предусмотрено развития электротранспорта; проект «легкого метро» - дорогой и неудобный маршрут; нет конкретных мер по улучшению дорожного покрытия и эффективной шумозащите
3. Мероприятия по охране окружающей среды	Перевод ТЭЦ и котельных на газ; охрана подземных и поверхностных вод; снижение зон шумового дискомфорта; оптимизация водоохранной зоны водохранилища	Нет конкретных мер по улучшению питьевого водоснабжения, обезвреживанию отходов (не решена проблема новых водозаборов, полигона ТБО, мусороперерабатывающего завода (множество мелких фирм не обеспечат экологического эффекта)
4. Развитие природного комплекса	Увеличение площади озеленения и организация новых лесопарковых зон; новое зеленое строительство; укрепление защитного зеленого пояса вокруг города; реконструкция сложившихся парков и скверов; организация «парков на пороге города»;	Не продумана организационно-правовая система охраны природного пояса (необходимо спец. ведомство); целесообразно: не только широтные экологические каркасы вне города, но и внутри города; выход к водохранилищу внутри застройки; противоэрозионные

	создание экологического каркаса	мероприятия на склонах
--	---------------------------------	------------------------

(парков «на пороге города», как это отмечено в новом Генплане, 2006) на участках лесонасаждений, непосредственно примыкающих к застройке: в Северном жилом районе, в левобережной части города восточнее ул. Землячки (р-н ВЗСАК), южнее городской больницы №8, в пос. Малышево и Тенистый, в юго-западном районе по проспекту Патриотов, в районе с. Подгорное и с. Сомово - Боровое (лугопарк в пойме р. Усмань).

В таблице 4.8 приведена схематичная оценка основных проектных решений Генплана города с экологических позиций, отражающая как положительные, так и проблемные аспекты решения каждого класса задач.

В конечном итоге снизить негативное воздействие техногенного загрязнения возможно при условии рационального эколого-функционального зонирования территории города с размежеванием селитебных и рекреационных зон от промышленных и крупных транспортных магистралей; формирования системы зеленых насаждений в виде единого экологического каркаса. Эти меры в сочетании с описанным комплексом планировочных и инженерно-технических средств и методов позволят обеспечить снижение уровней экологического риска и повышение степени комфортности городской среды для проживания населения.

Решать эти проблемы необходимо в контексте общего развития города в комплексе с другими градостроительными проектными решениями. Авторы книги понимают, что реализация таких масштабных задач требует не только экологически грамотных решений, но и огромных организационно-технических усилий, а также немалой финансовой поддержки. Необходима и адекватная законодательная база, которая бы стимулировала снижение вредного техногенного воздействия на население и пропагандировала экологические приоритеты благоустройства города как решающие условия обеспечения комфортной, экологически безопасной городской среды обитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экологическая оценка состояния городской среды и общественного здоровья определяют круг градостроительных проблем, требующих поэтапного решения. Они базируются на следующих основных результатах проведенных нами исследований.

1. Анализ динамики и структуры загрязнения городской среды показывает, что наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносит автотранспорт (более 80 %), стационарные источники загрязнения (около 70 промышленных объектов, в том числе предприятия теплоэнергетики /ТЭЦ-1, ТЭЦ-2/, ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Амтел-Черноземье», АООТ «ВАСО», ТОО «Воронежский керамический завод», АО «Воронежсельмаш» и др.), формирующие зоны стабильного аэротехногенного загрязнения. Наименее загрязненным является селитебно-рекреационный микрорайон Агроуниверситета, где среднесезонные индексы загрязнения атмосферы примерно в 1,5 - 2,0 раза ниже, чем в промышленной и транспортной зонах города.

В сезонном аспекте пик загрязнения атмосферы приходится на лето, снижение загрязнения отмечается в переходные сезоны (осень, весна), а минимум загрязнения отмечается зимой. Варьирование значений сезонных индексов загрязнения в сравнении со среднегодовым «фоном» составляет около 10 %. Наиболее надежными «индикаторами» сезонного загрязнения атмосферы служат диоксид азота, диоксид серы и формальдегид – чувствительные к сезонным колебаниям рассеивающей способности атмосферы и отражающие существенный вклад в загрязнение воздушного бассейна автотранспорта и предприятий теплоэнергетики.

Структура и ореолы техногенного загрязнения атмосферы и почвы во многом сходны, образуя достаточно обширную зону «сплошного» рассредоточенного загрязнения с «очагами» высоких концентраций пыли, углеводородов и тяжелых металлов в окружающей среде.

Рельеф города влияет на распределение полей загрязнения окружающей среды. Даже в относительно небольших котловинах

концентрации загрязнителей атмосферы и особенно почвы тяжелыми металлами (Zn, Cu, Pb, Ni, Mn), как правило, значительно выше, чем на возвышенностях. Склоновый рельеф усугубляет повышенное загрязнение атмосферы и почвы на спуске к водохранилищу из центра города. В то же время на большей части и правобережной, и левобережной набережных водохранилища и прилегающих микрорайонов, расположенных в «низком» секторе города, атмосфера и почва относительно «чистые» вследствие достаточной аэрации аквальной и прибрежной зон. В целом, однако, загрязнение левобережного индустриального сектора города усиливает низменный рельеф и ветер, поскольку этот сектор является «приемником» отходящих выбросов правобережья города. В зонах «ветровых переносов» отмечены локальные геохимические аномалии содержания тяжелых металлов.

2. Оценка риска для здоровья населения, связанного с загрязнением воздушного бассейна города, качеством хозяйственно-питьевого водоснабжения и техногенным загрязнением почв показывает, что уровень «ответной реакции» населения на химическое загрязнение городской среды проявляется в достоверном увеличении заболеваемости взрослого и особенно детского населения в техногенно-загрязненных микрорайонах центра и индустриального сектора Левобережного района города. Относительно низкая заболеваемость населения наблюдается только в Северном жилом районе и в жилой застройке зеленой зоны вблизи Агроуниверситета.

Население города более чувствительно к атмосферному загрязнению в холодный период года, прежде всего, детское мужское население, видимо, за счет более тесных контактов с окружающей средой в процессе игр «на свежем воздухе», вне помещений. «Ответная реакция» населения на техногенное загрязнение проявляется в достоверном увеличении заболеваний детского населения болезнями органов дыхания, крови, ухудшением генфонда и появлением врожденных аномалий развития. Наиболее сильные корреляции в системе «среда-здоровье» наблюдаются между заболеваемостью детского (мужского) населения и загрязнением атмосферы в холодный период года на фоне сезонного ухудшения эколого-метеорологических условий среды жизнеобеспечения.

Проведенное зонирование территории города по уровням экологического риска позволило выделить 5 градаций экологического риска для населения от «допустимого» в селитебно-рекреационных микрорайонах до «опасного» вблизи крупнейших промышленных объектов и наиболее загазованных автомагистралей.

3. Процесс управления риском - сложная задача вследствие многофакторности воздействия и многопричинности болезней населения. В условиях преимущественно аэрогенного механизма формирования зон техногенного загрязнения городской среды для её оздоровления и снижения экологического риска необходима целенаправленная городская экологическая политика, составными компонентами которой могут быть: 1) модернизация транспортных сетей города и пригородной зоны с увеличением их пропускной способности, качества дорожного покрытия, средней скорости движения транспортных средств (разгрузочные «транспортные коридоры»); 2) изменение топливного баланса в теплоэнергетической промышленности и снижение доли угля и мазута с переходом на газ в качестве топлива; 3) более высокое озеленение внутригородского пространства с внедрением в состав посадок газоустойчивых зеленых насаждений и созданием «экологического каркаса».

Реализация данных мероприятий позволит поэтапно снижать риск появления экологически обусловленных заболеваний среди населения города и обеспечить современное развитие города. Однако при определении приоритетов на основе оценки риска здоровью населения возникают объективные трудности на этапе управления риском, поскольку результаты носят рекомендательный характер и не влекут за собой никаких правовых последствий, а, следовательно, в настоящее время не могут выступать в качестве достаточно эффективного инструмента реализации управленческих решений по оздоровлению среды обитания, а в перспективе - по возмещению причиняемого ущерба здоровью населения ввиду отсутствия механизма их реализации.

Анализ экологической обстановки в городе не ограничивается кругом рассмотренных проблем. Они меняются вместе с изменением облика Воронежа – классического среднерусского города. Он активно развивается, а особенно заметные изменения

произошли в последние 25 лет, когда разрослись и обустроились новые жилые, рекреационно-парковые микрорайоны, появились современные сооружения, украсившие город: Северный жилой район, микрорайон «Красная шапочка» и спортивно-туристический комплекс «Олимпик» на Московском въезде в город; многоэтажный жилой массив по ул. Ломоносова у детской больницы; Адмиралтейская площадь и новые жилые массивы вдоль набережных водохранилища; Северный мост, связавший левобережье и Северный район. В последние годы значительно преобразились городские парки («Первомайский сад» с величественным Благовещенским собором, «Петровский сквер», «Кольцовский сквер»), постепенно замещается современными зданиями и старый жилой фонд центра города. Начала решаться проблема дорожного покрытия воронежских автотрасс, улучшилось внутриквартальное озеленение, что свидетельствует о позитивных сдвигах в области городского благоустройства и экологической организации города.

Рассмотренные «болевые точки» в области экологии города свидетельствуют о сложнейших задачах, которые следует решать не только экологами и гигиенистам, но и администрации с участием всех горожан. Хочется надеяться, что многие из затронутых в книге экологических проблем найдут достойное решение в ходе реализации нового Генерального плана Воронежа, а наш город будет становиться всё более благоустроенным, чистым и комфортным для населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авалиани С.Л. Региональная экологическая политика. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды // С.Л. Авалиани, Б.А. Ревич, В.И. Захаров. – М.: ЦЭПР, 2001. – 76с.
2. Безуглая Э.Ю. Чем дышит промышленный город / Э.Ю. Безуглая, Г.П. Расторгуева, И.В. Смирнова. - Л.: Гидрометеоздат, 1991. - 256 с.
3. Берг Л.С. Географические зоны Советского союза / Л.С. Берг. – М.: Государств. изд-во географ. литературы, 1947. – Т. 1. – 397 с.
4. Большаков А.М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / А.М. Большаков, В.Н. Крутько, Е.В. Пуцилло – М.: Изд-во «Эдиториал УРСС», 1999. – 256с.
5. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. - М.: Недра, 1990. - 335с.
6. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Воронежской области в 2007 году / Под ред. М.И. Чубирко и Ю.И. Стёпкина. – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронеж. обл., 2008. – 140с.
7. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Воронежской области в 2008 году / Под ред. М.И. Чубирко и Ю.И. Стёпкина. – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронеж. обл., 2009. – 162с.
8. Дубянский А.А. Подземные воды Воронежа / А.А. Дубянский. – Воронеж, 1933. – 80 с.
9. Епринцев С.А. Оценка экологического риска урбанизированных территорий с использованием ГИС-технологий / С.А. Епринцев, А.В. Свиридова, С.А. Куролап // Экологические системы и приборы. - 2009. - №2. – С.3 -8.
10. Епринцев С.А. Оценка влияния городской застройки и загрязнения воздушного бассейна на здоровье населения г.Воронежа / С.А. Епринцев, С.А. Куролап, О.В. Клепиков //

Вестник Тамбовского ун-та. Сер. «Естественные и технические науки». – 2009. – Т.14. – Вып.3. – С.600 – 604.

11. Здоровье и среда обитания населения Воронежской области: Атлас / М.И. Чубирко, Н.М. Пичужкина, Л.А. Масайлова и др. – Воронеж: «Издат-Черноземье», 2006. – 212 с.

12. Зырянов А.И. Ландшафтные рубежи контрастности и территориальные социально-экономические системы / А.И. Зырянов. – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1995. – 144 с.

13. Келлер А.А. Медицинская экология / А.А. Келлер, В.И. Кувакин. - СПб. : Петроградский и К, 1998. - 256 с.

14. Киселев А.В. Оценка риска здоровью / А.В. Киселев, К.Б. Фридман. – СПб.: Межд. Институт оценки риска здоровью, 1997. – 103 с.

15. Козлов А.Т. Экологические проблемы региона / А.Т. Козлов, А.А. Васильев, А.Ф. Зайцев, Е.Г. Гашо. – Воронеж: Квадрат, 1996. – 168 с.

16. Корчагина В.А. Геоэкологическая оценка качества хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования территории Ближнего Подворонежья / В.А. Корчагина: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Воронеж: Воронеж. гос. университет, 2009. – 23 с.

17. Костылева Л.Н. Экологическая оценка сезонной динамики загрязнения воздушного бассейна города Воронежа / Л.Н. Костылева, С.И. Корыстин, С.А. Куролап // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. - 2009. - №2. - С.107-113.

18. Куролап С.А. Оценка риска для здоровья населения, связанного с техногенным загрязнением города Воронежа / С.А. Куролап, С.А. Епринцев, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков // Теоретическая и прикладная экология. – 2008. - №3. – С.42-49.

19. Куролап С.А. Медико-географическая оценка атмосферных факторов, влияющих на население промышленного мегаполиса (на примере г. Воронежа) / С. А. Куролап, Ю.Н. Барвигенко, В.М. Щербаков // Проблемы региональной экологии. - 2008. - №3. - С.183 -189.

20. Куролап С. А. Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды / С.А. Куролап, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков. – Воронеж: ВГУ, 2006. – 220 с..

21. Куролап С.А. Геоэкологические основы мониторинга и эколого-гигиеническое зонирование городской среды / С.А. Куролап, В.И. Федотов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. - 2000. - №4. - С.120-123.

22. Ларионов А.К. Опыт инженерно-геологического районирования г. Воронежа в связи с его застройкой. Геология и полезные ископаемые Центрально-Черноземных областей / А.К. Ларионов, Г.А. Липсон, М.А. Клименко. – Воронеж, 1964. – С. 267-273.

23. Марченко Б.И. Здоровье на популяционном уровне: статистические методы исследования (руководство для врачей) / Б.И. Марченко. – Таганрог: Изд-во «Сфинкс», 1997. – 432с.

24. Мишон В.М. Гидрологическая и экологическая безопасность Воронежского водохранилища / В.М. Мишон. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2008. – 278с.

25. Назаренко А.В. Исследование уровня загрязнения воздуха г.Воронежа при использовании аэросиноптического материала / А.В. Назаренко, С.А. Дьяков // Высокие технологии в экологии: сб. материалов VI Межд. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2003. – С.41-45.

26. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин и др.; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408с.

27. Охрана окружающей среды на территории муниципальных образований: Материалы Межрегион. науч.-практ. конф. / Под ред. А.Т. Козлова [и др.]. – Воронеж: Кривичи, 2006. – 278 с.

28. Ратанова М.П. Оценка степени экологической опасности городов России для здоровья населения / М.П. Ратанова, Л.И. Колбенева, А.И. Шкирина, В.А. Березин // Вестник Моск. ун-та. Сер. География. – 1995. – №3. – С. 56-62.

29. Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология / Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани, Г.И. Тихонова. - М.: Издат. центр «Академия», 2004. - 384с.

30. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. - М.: Изд-во стандартов, 1991. - 694 с.

31. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 — 04). – М.: Федеральный центр гос-санэпиднадзора Минздрава России, 2004. –143с.

32. Смирнова А.Я. Экологическая гидрохимия городских ландшафтов Воронежа / А.Я. Смирнова, Л.Н. Строгонова, М.Н. Бугреева // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды. – Воронеж, 1996. – С. 201-203.

33. Социально-гигиенический мониторинг в Воронежской области (информационно-аналитические аспекты) / М.И. Чубирко, Н.П. Мамчик, С.А. Куролап и др. - Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 1997.- 364с.

34. Чубирко М.И. Химическое воздействие воздушной среды и здоровье населения / М.И. Чубирко, Н.М. Пичужкина; Под ред. академика РАМН, профессора А.И. Потапова. - Воронеж: Изд-во «Истоки», 2004. - 224с.

35. Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Н.С. Касимова. – М.:Изд-во МГУ, 1995. – 336с.

36. Эколого-гигиенические основы мониторинга и охраны городской среды / Н.П. Мамчик, С.А. Куролап, О.В. Клепиков и др. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2002. – 332с.

37. Экология и мониторинг здоровья города Воронежа / Под ред. Н.П. Мамчика, С.А. Куролапа, О.В. Клепикова. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 1997. – 180с.

38. Экология человека: Учебн. пособие / Под ред. Б.Б. Прохорова. - М.:МНЭПУ, 2001. - 440с.

ОБ АВТОРАХ

Куролап Семен Александрович – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Епринцев Сергей Александрович – кандидат географических наук, преподаватель кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Клепиков Олег Владимирович – доктор биологических наук, профессор, заведующий отделением информтехнологий ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», профессор кафедры промышленной экологии Воронежской государственной технологической академии.

Федотов Владимир Иванович – доктор географических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, декан факультета географии и геоэкологии, заведующий кафедрой природопользования Воронежского государственного университета.

Стёпкин Юрий Иванович – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, главный врач ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», заведующий кафедрой гигиенических дисциплин Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко.

Мамчик Николай Петрович – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, заместитель главного врача ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», заведующий кафедрой эпидемиологии с туберкулёзом и с курсом фтизиатрии ИПМО Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко.

Корыстин Сергей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент Российского государственного открытого технического университета путей сообщения (г.Воронеж).

Фотографии на обложке и цветной вкладке предоставил **Вязовой Михаил Петрович** – заведующий отделом фотоиллюстрации редакции газеты «Коммуна» (г.Воронеж).

Научное издание

**Куролап Семен Александрович
Епринцев Сергей Александрович
Клепиков Олег Владимирович
Федотов Владимир Иванович
Стёпкин Юрий Иванович
Мамчик Николай Петрович
Корыстин Сергей Сергеевич**

**ВОРОНЕЖ:
СРЕДА ОБИТАНИЯ И ЗОНЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА**

Монография

*В оформлении книги использованы фотоматериалы
М.П. Вязового*
